

الهيئة العربية للطاقة الذرية

الذرة والتنمية

نشرة علمية إعلامية فصلية

المجلد الحادي عشر - العدد الأول 1999



نشرة الذرة والتنمية : نشرة علمية إعلامية فصلية تهتم بمختلف مجالات العلوم النووية
تصدر عن الهيئة العربية للطاقة الذرية

- المقالات والمراسلات الأخرى توجه إلى سكرتير لجنة التحرير، نشرة الذرة والتنمية على عنوان الهيئة
- الإشتراكات والتوزيع ترسل الطلبات إلى قسم توزيع المطبوعات بالهيئة على العنوان أدناه مع إرفاق شيك باسم الهيئة العربية للطاقة الذرية بالمبلغ المطلوب أو إجراء تحويل بنكي إلى حساب الهيئة لدى الشركة التونسية للبنك رقم 840ـ3 / 173 4ـ90ـ100 .
الإشتراكات السنوية 15 دولار أمريكي للأفراد
20 دولار أمريكي للمؤسسات
يضاف إليها 8 دولارات أمريكية قيمة البريد
- الإعلانات بالنشرة يتم الإتفاق عليها بمخاطبة قسم الإعلام في الهيئة

العنوان البريدي : الهيئة العربية للطاقة الذرية ص. ب. 402 ـ المنزه 1004 تونس .
الهاتف : 709.464 ـ 709.483 ـ الفاكس : 711.330 .



الذرة والتنمية

نشرة فصلية ربع سنوية

تصدرها الهيئة العربية للطاقة الذرية - تونس

المجلد الحادي عشر - العدد الأول - سنة 1999

جدول المحتويات

الوجه الآخر لتشرنوبيل*

«لقد استقرت المعلومات السائدة عن حادث تشرنوبيل، على مدى ثلاثة عشر عاماً تقريباً من حدوثه، على الرؤية الرسمية التي نشرت على المستوى الدولي حول أسباب وقوع الحادث وكيف تطورت الأمور بعد الحدث نفسه. وفي حديث نُشر مؤخراً قامت بإجرائه جوديث بيريرا مع الفيزيائي النووي كونستانتين شيشيروف من معهد كورتشاتوف، والذي كان يعمل لمدة عشر سنوات قبل ذلك في مفاعل تشرنوبيل المحطم، تضمن من المعلومات ما أثار الجدل حول الرؤية الرسمية للحادث.»

وبناء على الرواية الرسمية فقد نتج حادث تشرنوبيل عن مجموعة من الأسباب هي: تنفيذ تجربة بدون اهتمام كاف مع وجود أخطاء تصميمية متأصلة في المفاعل بالإضافة إلى وقوع خطأ من جانب المشغّل. ففي يوم 25 أبريل من عام 1986وأثناء إجراء إيقاف روتيني مؤقت للمفاعل الرابع في تشرنوبيل، بدأ إجراء تجربة لتحديد المدة الزمنية التي ستستمر فيها التوربينات بالدوران والتزويد بالطاقة عقب فقدان المصدر الرئيس للتزود بالطاقة الكهربائية. وقد بدأ تخفيض القدرة بعد الساعة الواحدة صباحاً واستمر حتى الساعة 3:47 عندما كان المفاعل عند حوالي نصف قدرته (1600 ميجاواط حراري)، وعند الساعة 14:00 ظهراً تم فصل نظام الطوارىء لتبريد قلب المفاعل حتى لا يتدخل في سير التجربة. إن تخفيض القدرة كان على وشك أن يُستأنف في ذلك الوقت، ولكن مشغّل الشبكة الكهربائية رفض السماح بذلك بسبب متطلبات التزويد بالكهرباء، ولم يُستأنف التخفيض إلاّ عند الساعة 23:10 ليلاً.

وعند الساعة 00:05 من صباح يوم 26 أبريل انخفضت القدرة إلى 720 ميجاواط حراري وظلت تقل على الرغم من أن الإختبار كان مخططاً له أن يتم عند مستوى قدرة يتراوح ما بين 700 ـ 1000 ميجاواط حراري. ومن المعروف أنه عند قدرة أقل من 700 ميجاواط حراري يمكن أن تصبح مفاعلات RBMK غير ثابتة وتكون عرضة لحدوث تغير مفاجيء في القدرة بسبب معامل الفراغ الإيجابي. وهذا يعني أن القدرة الزائدة أو تقليل سريان المبرد سوف يزيد إنتاج البخار في قنوات الوقود. والنترونات التي يمكن أن تمتص في الماء وهو الأكثر كثافة سوف تنتج إنشطاراً زائداً. وعند القدرة الأعلى، سوف يعادل هذا التأثير نتيجة لمعامل الوقود السلبي حيث أن الحرارة الأعلى للوقود لها تأثير مخفّض لسريان فيض النترونات.

وعلى ذلك فإنه عند الساعة 00:28 صباحاً انخفضت القدرة إلى 500 ميجاواط حراري، وعند هذه النقطة انتقل التحكم من النظام الموضعي إلى الضبط الأوتوماتي. ولكن إما أن المشغّل أخفق في إعطاء إشارة «تثبيت القدرة عند المستوى المطلوب» أو أخفق نظام الضبط في الإستجابة لتلك الإشارة، ممّا سبب انخفاضاً سريعاً غير متوقع في القدرة إلى 30 ميجاواط حراري. ولاستعادة القدرة من جديد، أزيلت قضبان التحكم، ولكن وصلت القدرة إلى 200 ميجاواط حراري فقط عند الساعة 01 : 23:04 صباحاً عندما تم بدء الإختبار بإغلاق صمامات تغذية التوربينات.

بدأت مضخات المبرّد في الإنسياب مع التوربينات ولكن عند إنقاص سريان الماء إزداد مردود القدرة كنتيجة لمعامل الفراغ الإيجابي. إن التفسير المقبول العام هو أن الحادث وقع عندما ضغط المشغّل زر إشارة الطوارىء لإيقاف المفاعل لأن خصوصية التصميم سببت التغير المفاجيء في القدرة بطريقة مأساوية ممزقة عناصر الوقود ومؤدية إلى إنفجار بخاري أدى إلى رفع غطاء المفاعل إلى أعلى وانبعاث نواتج الإنشطار إلى الجو.

وبانعدام التبريد بدأ قلب المفاعل في الإنصهار، تم تلى ذلك إنفجار ثان وهو ما قذف بشظايا الوقود المحترق

* ترجمة مقتبسة عن مقالة في مجلة "Nuclear Engineering International" عدد يناير 1999 .

والغرافيت من قلب المفاعل إلى الخارج وأتاح الفرصة للهواء للإندفاع إلى الداخل مسبباً إنفجار المهدىء الغرافيتي وتحوله إلى لهيب متقد. وقد تم إسقاط حوالي 5000 طن من البورون والدولوميت والرمل والطفل والرصاص بواسطة طائرات الهليكوبتر فوق قلب المفاعل المشتعل للسعي نحو إخماد الحريق والحد من إطلاق النشاط الإشعاعي.

وقد تناول كونستانتين شيشيروف هذا التفسير وقال أن قبول انتشاره على نطاق واسع يعزى إلى أن أي شخص يمكن أن يقبل هذا التفسير، حتى مصممي المفاعل نفسه، ليتركوا في سلام. لقد أحس أن الإنسجام المنسّق بين كل هذه العوامل ـ التجربة ومشاكل التصميم وخطأ المشغّل ـ كانت كلها عوامل مصطنعة أو زائفة. وأضاف «لقد قررت أن أواصل تحرياتي الخاصة وتكلمت مع العديد من هؤلاء الذين كانوا في الخدمة في تلك الليلة، وكانت الصورة التي تحصلّت عليها مختلفة تماماً وخصوصاً بعد دراسة كل الدلائل المدوّنة».

وطبقاً لرواية هؤلاء الذين كانوا هناك في تلك الليلة، فإنه بعد مضي 35 ـ 36 ثانية من بدء إجراء التجربة بفصل التوربينات كانت هناك ضجة فظيعة. وبدأ الجبس يتساقط من السقف واختفت الأضواء، وتعالى صراخ المشغّلين وتساؤلاتهم عمّا يحدث. وبعد عدة ثواني عادت الإضاءة الإحتياطية، وفي هذا الوقت فقط صدر الأمر بإيقاف المفاعل. واستعاد شيشيروف مقولة أحد المشغّلين الذي أخبره بأنه رأى السماء والنجوم من خلال الفتحة في السقف قبل الطلب إليه بأن يضغط الزر. وأضاف «ومن هذا المنطلق فإنه من الواضح أن الحادث وقع قبل أن يوقف المفاعل، وهذا الكلام يدعمه الكثير من الدلائل المدونة بالإضافة إلى التحريات التي تمت فيما بعد، والتي تناقض الرؤية الرسمية بأن إيقاف المفاعل سبق وقوع الحادث».

لم يكن شيشيروف مقتنعاً ولذلك بحث عن تفسير أفضل، فقام بدراسة التحاليل التي قام بها ميخائيل ميخلاييف أستاذ التقنيات الكهربائية في معهد موسكو للطاقة والذي اطّلع على المتغيرات الكهربائية التي سجّلتها أجهزة الكشف المختلفة في وقت الحادث، واكتشف أيضاً أن المحركات التي تشغل مضخات المبرد كانت محمية ضد التغير في كل من الفولطية والتردد. وتتوقف المحركات أوتوماتياً إذا انخفضت الفولطية بنسبة أقل من 75٪ وإذا انخفض التردد من 50 إلى 45 هرتز (Hz) تنقطع القدرة.

وأظهرت أجهزة الكشف أنه بعد 36 ثانية من بدء التجربة توقفت أربع من مضخات المادة المبردة من أصل ثماني مضخات في خلال 0,8 ثانية نتيجة انخفاض الفولطية، ممّا أدى إلى انخفاض المادة المبردة إلى النصف مسبباً زيادة سريعة في المفاعلية داخل قلب المفاعل. كان هذا هو سبب الحادث وليس إشارة الإيقاف نتيجة حالة الطوارىء التي جاءت متأخرة.

وهذا بدوره اتضح من التجربة التي كانت تجري وقتها، وفي الحقيقة أنه لم يتم اتباع الإجراءات المناسبة فيما يتعلق بمستوى القدرة. وقد بيّن شيشيروف أنه عندما انخفضت القدرة إلى الصفر فعلياً، كان لا بد من تأجيل التجربة بدلاً من إزالة قضبان التحكم لإعادة القدرة ثانية. إن إزالة القضبان كان عملاً حاسماً أدى إلى زيادة سخونة المادة المبردة وإنتاج بخار زائد في قلب المفاعل ممّا أدى إلى كارثة الزيادة في القدرة عندما انخفض مستوى المادة المبردة بسبب انخفاض الفولطية.

وأضاف شيشيروف «لا يمكن إلقاء اللوم على المفاعل ذاته لوقوع الحادث ولا على نظام التحكم والحماية. لقد كان السبب هو فقدان المادة المبردة بسبب إخفاق المضخات، ومهما بلغت جودة المفاعل فإنه سوف يعجز عن أداء مهمته إذا حُرم من المادة المبرّدة».

وقال شيشيروف أنه من الواضح من خلال تحرياته داخل الواقي (Shelter) أن الإنفجار وقع على مسافة 60 متراً فوق سطح الأرض وإن كان ضمن حدود المبنى. وقد تسبب فرط سخونة عناصر الوقود نتيجة فقدان المبرد في حدوث تغيرات في الضغط داخل المفاعل الذي قذف بقلب المفاعل إلى الهواء عند انفجاره. لقد ثار الجدل حول وصف الإنفجار بأنه حراري "Thermal"، وأصر على أنه انفجار نووي. وأضاف أنه من التضليل تصور عمل مشابه للقنبلة الذرية. فمن الممكن تقنياً تفجير نويّة وحيدة، ولكن لا أحد ينتج قنبلة بقدرة أقل من تلك المكافئة لألف طن من TNT.

«في تشرنوبيل انفجرت عدة نويات ولكنها ليست بالعدد الذي يساوي ما هو في قنبلة. لقد كانت مكافئة لمقدار 30 ـ 40 طناً فقط من TNT ولكن طبيعتها

الفيزيائية كانت ما تزال نووية». لقد بيّن أن خصائص الإنفجار النووي تتضمن درجات الحرارة شديدة الإرتفاع وكذلك الضغط العالي وهذا هو ما حدث بالضبط في تشرنوبيل.

وأوضح قائلاً «بالحكم على الأنقاض المتكونة فإن الضغط الموضعي كان حوالي 2000 ـ 3000 ضغط جوي ووصلت الحرارة إلى 6000 ـ 10000 درجة مئوية باعثة غبار الوقود المتفجر وبخاره لمسافات شاسعة».

وقد قام شيشيروف شخصياً بفحص جميع الغرف داخل الوحدة الرابعة، فوجد ما يخالف الرواية الرسمية بأن معظم الوقود لا يزال داخل قاعة المفاعل. «لقد وجدنا أقل من 10٪، ربما 4 ـ 6٪ في الداخل، ولم يكن هناك أي شيء من قلب المفاعل، فقط الكثير من الخرسانة». وأشار إلى أن الموظفين الرسميين الذين أصروا على أن معظم الوقود لا يزال بالداخل لم يذهبوا إلى هناك ليروا بأنفسهم.

ويعتقد شيشيروف أن معظم الفعاليات التي اتخذت بعد الحادث كانت غير ضرورية. «كل شيء تم كان خاطئاً لأنه لا السبب في وقوع الحادث ولا طبيعة مجرياته كانت مفهومة. وكان من الأفضل عدم فعل أي شيء، ولكن من الناحية السياسية لا يجرؤ أية حكومة على فعل ذلك». وأضاف شيشيروف أنه لم تكن هناك حاجة لإسقاط كميات ضخمة من المواد من الجو لأن قلب المفاعل لم يكن موجوداً ولم يظل سوى إزالة الحرارة المتبقية لكمية الوقود الباقية(4 ـ 10٪). وكذلك لم تكن هناك حاجة لبناء الغطاء الخرساني بهذه السرعة. وعلّق بأنه لا يهتم بأن يتعرض العاملون في السلك الرسمي للمساءلة. «إنه من الأهمية بمكان فهم ما حدث بالفعل حتى يمكن التعامل معه بطريقة مختلفة إذا ما وقع حادث مشابه له في المستقبل. ولكن مع الأسف فإن الحكومة لا تزال تأبى التعلّم من الخبرة السابقة».

ترجمة : م. نهلة نصر

مراجعة علمية : أ. د. محمود بركات

معلومات أساسية حول المفاعلات النووية

تشترك كافة أنواع المفاعلات النووية بغض النظر عن تصمميها واستعمالها والهدف من إنشائها في خمسة مكونات أساسية هي :

قلب المفاعل (The Core)

يتكون من كتلة صغيرة فعّالة من الوقود النووي الإنشطاري تحتوي على اليورانيوم –235 أو البلوتونيوم –239، في وسط أو قلب المفاعل، وتكون ذرات الوقود قابلة للإنشطار محدثة ما يسمى بالتفاعل المتسلسل (Chain Reaction) نتيجة قصفها بالنترونات من مصدر نتروني معد لبدء تشغيل المفاعل.

المهدئات (The Moderators)

تنبعث من انشطار ذرة اليورانيوم –235 نترونات بسرعة هائلة جداً مقاربة لسرعة الضوء، وبما أن النترون لا يحمل شحنة كهربائية، أي متعادل الشحنة، فإنه في حالته هذه يكون ذا قابلية للنفاذ والهرب ليس من قلب المفاعل فقط وإنما من المفاعل عموماً وعلى هذا الأساس تستعمل المهدئات لتقليل هذه السرعة. وعندما يصطدم النترون بهذه المهدئات فإنه يفقد جزءاً من طاقته عن طريق انتقالها إلى المادة المستعملة كمهدىء ثم يستمر بالسير بسرعة أبطأ، وبهذه السرعة البطيئة يكون من السهل اقتناصه من قبل ذرة يورانيوم أخرى من أجل استمرار عملية الانشطار.

وتتزايد فائدة المهدىء في تقليل سرعة النترون عندما تكون ذرات المهدىء من نفس وزن النترونات. وأحسن المواد المستعملة كمهدىء للنترونات هي الماء الثقيل (Heavy Water) والذي يعتبر نادر الوجود طبيعياً إذ يوجد جزء واحد فقط في كل 5000 جزء من الماء الاعتيادي وتكون عمليات فصله صعبة ومعقدة وذات كلفة عالية، لذا تستخدم مادة الغرافيت (Graphite) والذي يتكون من عنصر الكربون –12 الموجود في الطبيعة بكثرة.

قضبان التحكم (The Control Rods)

يتم التفاعل الانشطاري المتسلسل داخل المفاعل بطريقة سهلة ولا يحتاج إلى جهد كبير لإتمامه، بل العكس هو الصحيح، أي يجب إعارة أهمية كبيرة وانتباه دقيق بأن لا يتم هذا التفاعل بصورة أسرع ممّا هو مطلوب، لذا كان لا بد من إيجاد طريقة للتحكم في سرعة هذا التفاعل وإبطائه حسب الضرورة أو حتى لإيقافه عند وجود الحاجة لذلك.

تجرى هذه العملية بسهولة داخل المفاعل عن طريق إدخال قضبان أو لوحات من مادة معينة ذات خصائص تجعلها قادرة على امتصاص النترونات دون التأثر بها، ولقد وجد أن هناك مادتين أساسيتين تستعملان لهذه الغاية هما البورون (Boron) والكادميوم (Cadmium) والأخيرة هي الأكثر استعمالاً. وتعد تصاميم المفاعلات على أساس إدخال أو إخراج هذه القضبان من الخارج، ولزيادة نواحي السلامة فإنها تصمّم على أن تعمل بصورة تلقائية معتمدة على إشارات خاصة تأتيها نتيجة قياسات الفيض النتروني (Neutron Flux) داخل قلب المفاعل.

المبرد (The Coolant)

إن الناتج الأوّلي لأي مفاعل هو الطاقة، كما أن الشظايا الناتجة من تحطم نوى اليورانيوم داخل المفاعل نظراً لسرعتها وطاقتها الكبيرة تولّد كميات هائلة من الحرارة يجب أن تسحب ويسيطر عليها باستمرار لحماية قلب المفاعل من ارتفاع درجة حرارته إلى مستوى قد يذيب قضبان الوقود النووي والمواد الأخرى.

وقد استُعمل تيار هوائي لسحب الحرارة في الجيل الأول من المفاعلات ثم تلاه استعمال الغازات المضغوطة مثل غاز ثاني أكسيد الكربون، أو دوران كمية كبيرة من الماء في أنابيب خاصة داخل المفاعل. وفي كل الحالات فإن هذه الكمية الهائلة من الحرارة لا يستفاد منها عندما تتولد من مفاعلات البحوث أو من مفاعلات مخصّصة لإنتاج النظائر.

ويتم إنتاج الطاقة من المفاعلات النووية وتحويل هذه الحرارة من داخل المفاعل إلى خارجه لغرض استعمالها. ولقد وجد أن الهواء وسط غير جيد لنقل هذه الكميات الكبيرة من الحرارة وكذلك الحال مع الماء إذ أنه يغلي بدرجة حرارة منخفضة نسبياً (100 درجة مئوية) لذا كان البحث عن مادة ذات درجة غليان عالية مثل الزئبق وهي المفضلة (درجة غليان الزئبق 357 درجة مئوية)، فالزئبق يستطيع نقل كميات كبيرة من الحرارة باستخدام حجم صغير من السائل، كما استخدم لهذا الغرض لاحقاً سبيكة من مادتي الصوديوم والبوتاسيوم.

ولا يستعمل المبرد لحماية المفاعل من ارتفاع درجات الحرارة داخله فقط، ولكن يكون نقطة الالتقاء بين ما يجري في داخل المفاعل من توليد للطاقة والحرارة وبين منشآت أخرى خارج المفاعل تقوم بتحويل هذه الطاقة الحرارية الهائلة التي يحملها المبرد إلى استعمالات مفيدة أهمها توليد الطاقة الكهربائية.

الحاجز (The Shield)

هناك نقطة مهمة جداً يجب أخذها بعين الإعتبار عند بناء أي مفاعل نووي، بالرغم من أنها ليست من ضمن أجزائه الفعالة، وهي الحواجز الضخمة التي يجب أن تحيط المفاعل من كل جوانبه لحماية العاملين فيه من الإشعاعات المختلفة المتولدة داخل المفاعل.

إن استخدام جدار من الأسمنت بسماكة سبعة أقدام أو أقل من ذلك عند استخدام الحديد أو الرصاص يعتبر أمراً ضرورياً لحجز النترونات وإشعاعات جاما المتولدة داخل المفاعل ومنع تسربها إلى خارج المفاعل.

عادل محمد علي
باحث علمي
منظمة الطاقة الذرية العراقية

تطور مفهوم التعليم الهندسي النووي

«إن تطوير أسس تعليم الهندسة النووية هو موضوع تتباين فيه الآراء وقد تعرض المؤلف في هذه المقالة إلى الموضوع باستفاضة وانتهى بتوسيع الحقول التي تدرس في مجال الهندسة النووية. وهذه وجهة نظر، ولا شك أن هناك وجهات نظر أخرى لها وجاهتها. ولجنة التحرير تقديراً منها لأهمية الموضوع ستفتح المجال لعرض آراء أخرى في نفس الموضوع بما قد يساعد على بلوغ الهدف الصحيح ألا وهو تطور التعليم الهندسة النووية .»

يتميّز التعليم الهندسي النووي بطابع خاص ويمتد ليشمل عدة مجالات متداخلة ومتكاملة في نفس الوقت، علاوة على أنه تطور ليصبح أكثر شمولاً من الفكرة السائدة والتي تقصره على مجال المفاعلات النووية . ولما كانت إحدى توصيات المؤتمر العربي الرابع للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية الذي نظمته الهيئة العربية للطاقة الذرية «الإهتمام بإدخال مقررات دراسية في مجالات النظائر المشعة وتطبيقاتها وكذلك في أساسيات الوقاية الإشعاعية في برامج التعليم الجامعي بكليات العلوم والطب والصيدلة والزراعة والهندسة» فسنحاول في هذا المقال تقديم عرض سريع لتطور تدريس الهندسة النووية على المستوى العالمي وخاصة في الولايات المتحدة الأمريكية، علاوة على تناول مشكلة تدريس الهندسة النووية والمرتبطة ارتباطاً أساسياً بتدهور الطلب على المفاعلات النووية في أنحاء كثيرة من العالم، مما دفع بالكثير من أقسام الهندسة النووية للتطرق إلى موضوعات ذات صلة قريبة بمجال الهندسة النووية وتطبيقاتها مما يفتح مجالاً رحباً لإنشاء أقسام للهندسة النووية تتوافق مع طلبات سوق العمل الهندسي .

تطور تعليم الهندسة النووية

ارتبطت بدايات التعليم الهندسي النووي بالمحاولات الأولى التي جرت في الولايات المتحدة الأمريكية حيث بدأ وتطور وتمت ممارسته لما يزيد على عشر سنوات، وقد شهدت الولايات المتحده الأمريكية أول تفاعل نووي مسلسل .

ففي عام 1942 تم إلقاء أول محاضرات في الهندسة النووية بواسطة أنريكو فيرمي "Enrico Fermi" في مشروع مانهاتن وكانت تلك هي بداية تكوّن المبادئ الأساسية في الهندسة النووية. وفي عام 1946 تم تنظيم أول برنامج رسمي لتدريس الهندسة النووية في معامل كلينتون بأوك ريدج فيما عرف بالمدرسة التدريبية لمعامل كلينتون. وكانت الدراسة خاصة بمرحلة الدراسات العليا حيث شملت مبادئ الفيزياء والكيمياء والعلوم التطبيقية، علاوة على التطبيقات الهندسية. وكان الغرض الأساسي لتلك الدراسة هوتعليم المهندسين كيفية تصميم المفاعلات النووية. وفي عام 1949 بدأت محاولة بناء مفاعل بحوث بجامعة ولاية كارولينا الشمالية وتنظيم تدريس الهندسة النووية .

وفي عام 1950 بدأ برنامج مدرسة أوك ريدج لتكنولوجيا المفاعلات (ORSORT)، وكان الغرض الأساسي من هذا البرنامج هو تدريس هندسة المفاعلات للباحثين والمهندسين .وفي نفس العام بدأت جامعة ولاية كارولينا الشمالية في تدريس الهندسة النووية في مستوى مرحلة البكالوريوس والدراسات العليا، كما قامت الجمعية الأمريكية للتعليم الهندسي (ASEE) بتشكيل لجنة للتعليم النووي، حيث نظمت اجتماعات في مناطق مختلفة بالولايات المتحدة الأمريكية وذلك لدراسة احتياجات الجامعات في مجال الهندسة النووية بغرض توجيه النصح لهيئة الطاقة الذرية الأمريكية بهذا الصدد .

وفي عام 1953 تم تشغيل أول مفاعل بحثي في العالم للأغراض التعليمية في جامعة ولاية كارولينا الشمالية وتم توفير وقود المفاعل علاوة على المساعدات

الفنية اللازمة بواسطة هيئة الطاقة الذرية الأمريكية. وفي عام 1954 صدر قانون تنظيم الطاقة النووية بالولايات المتحدة الأمريكية، والذي أباح رفع السّرية عن مجال الطاقة النووية مما أدى إلى إتاحة الفرصة لازدهار التعليم النووي. كما أباح لهيئة الطاقة الذرية الأمريكية منح مساعدات مباشرة لتعليم العلوم والهندسة. وبعد مرور عام واحد تمّ إنشاء المدرسة الدولية للعلوم والهندسة النووية في أرغون وكان الغرض الأساسي لتلك المؤسسة التعليمية هو توفير القوى العاملة في مجال الطاقة النووية للدول الأخرى علاوة على خدمة الإحتياجات الأمريكية. ولم تتضمن البرامج الدراسية أي عدد معتمد للساعات أو المقررات الدراسية. وقد بدأت هيئة الطاقة الذرية الأمريكية (AEC) في برنامج لمساعدة الجامعات على تطوير برامج خاصة لتدريس الهندسة النووية، شملت تدريب أعضاء هيئات التدريس وإمداد معامل الجامعات بالأجهزة اللازمة، وكذلك برامج الزمالة لاجتذاب الطلاب لمرحلة الدراسات العليا.

وفي عام 1956 بدأت هيئة الطاقة الذرية الأمريكية والجمعية الأمريكية للتعليم الهندسي علاوة على مؤسسة العلوم الوطنية في تنظيم مدرسة صيفية لتدريب أعضاء هيئات التدريس في مجال الهندسة النووية لمواجهة العجز في أعضاء هيئة التدريس في هذا المجال، حيث نظمت أربع إلى ثماني مدارس كل صيف. كما بدأ برنامج تعليم الهندسة النووية في المعهد الوطني للعلوم والتقنية النووية بفرنسا. وهو مقصور على الدراسات العليا ويقدم المعهد الفرصة الوحيدة في فرنسا لدراسة الهندسة النووية.

وقد بدأت هيئة الطاقة الذرية الأمريكية في عام 1958 في منح درجات الزمالة (3 سنوات من الدراسة تسبقها سنة تمهيدية) في مجال العلوم والهندسة النووية. وكان البرنامج يشمل الهندسة النووية علاوة على التخصص في مجالات مختلفة مثل مواد المفاعلات وحجز الإشعاع وفيزياء المفاعلات و إعادة معالجة الوقود والكيمياء الإشعاعية. كما تحوّل الاهتمام في مدرسة أوك ريدج لتكنولوجيا المفاعلات إلى تدريس المشاكل المرتبطة بالصناعة النووية في اتجاهين: التفتيش على تشغيل المفاعلات النووية وأخطار المفاعلات النووية. وفي السنوات التالية تم تحويل المدرسة الدولية للعلوم والهندسة النووية إلى معهد العلوم والهندسة النووية بعد أن تناقصت المشاركة الدولية في البرنامج. كما تم تشكيل لجنة من الجمعية الأمريكية للتعليم الهندسي ولجنة التعليم الخاصة بالجمعيات النووية الأمريكية (ANS) لوضع برنامج دراسي لتعليم الهندسة النووية. وقد تطورت الدراسة في معهد العلوم والهندسة النووية لتشمل خمسة فروع هي: علوم المفاعلات وتقنياتها، والبحوث والتطوير الهندسي، وبحوث العلوم الفيزيائية، وبحوث العلوم الحيوية، والإدارة الهندسية وتشغيل المفاعلات.

وقد توالى ظهور أقسام الهندسة النووية على مستوى الولايات المتحدة الأمريكية وكانت البداية أحياناً عبارة عن مقررات يتم تدريسها في بعض الأقسام مثل الهندسة الميكانيكية ثم ظهرت أقسام الهندسة النووية. وشهد منتصف الثمانينات قيام أقسام الهندسة النووية على مستوى الولايات المتحدة الأمريكية بتطوير نفسها.

طبيعة التعليم الهندسي النووي

يمكن تعريف الهندسة النووية على أنها فرع الهندسة الذي يهتم بدراسة ظروف انطلاق الطاقة من الإنشطار أو الإندماج النووي والتحكم فيها واستخدام الطاقة الناتجة بالإضافة إلى دراسة التأثيرات البيئية المصاحبة لتلك العمليات. وفي فترة الخمسينات والستينات كانت الهندسة النووية من المجالات البراقة التي اجتذبت الطلاب المجدين مقارنة بالمجالات الهندسية الأخرى.

وتختلف طبيعة التعليم الهندسي النووي عن باقي الفروع الهندسية في أنه يحتاج إلى خلفية واسعة من العلوم الأساسية أكثر من أي فرع هندسي آخر. على سبيل المثال لو درسنا المتطلبات الملقاة على عاتق المهندس الميكانيكي الذي يعمل في مجال الهندسة النووية لتصميم قضيب وقود نووي، نجد أنه لا يمكنه الاعتماد فقط على ما تعلّمه من خبرة في عمليات التصنيع في مجال الهندسة الميكانيكية، فعليه أن يستوعب طبيعة المواد النووية ومبادئ انتقال الحرارة من قضيب الوقود النووي أثناء عمليات التشغيل، وعليه أيضا أن يعرف الطرق التي سوف يستخدمها لفصل نواتج الانشطار بعد

تشعيع الوقود في المفاعل وكذلك مفهوم احتمال تفاعل النترونات مع المواد. وغالبا سيكون هذا المهندس ضمن فريق من تخصصات مختلفة يضم متخصصين في علوم الفيزياء وعلم الفلزات وفي الإنتقال الحراري. إلا أنه كمسؤول أول عن عملية التصميم سيكون عليه أن يستوعب ما يقوله هؤلاء المتخصصون وأن يستوعب اقتراحاتهم في تصميم متكامل. ولكي يستطيع هذا المهندس أن يؤدي مهامه على الوجه الأكمل فإن عليه أن يكون أيضاً ذا خلفية قوية في الفيزياء والرياضيات والكيمياء. يتضح مما سبق أنه من الصعب أن يلمّ المهندس بكل تلك التخصصات المختلفة خلال السنوات الأربع من الدراسة الهندسية. ولهذا فإن للدراسات العليا في مجال الهندسة النووية أهمية خاصة.

أما طبيعة المقررات في مجال الهندسة النووية فإنه طبقاً لدراسة أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية فإن المقررات التقليدية التالية تدرس في أقسام الهندسة النووية بعدد مختلف من الساعات : الحساب، المعادلات التفاضلية، الرياضة المتقدمة، الفيزياء، الفيزياء الذرية والنووية، الكيمياء، الآلات الحاسبة، الطرق العددية، الإحصاء، الديناميكا، ميكانيكا الموائع، علوم المواد، الدوائر الكهربائية، الإلكترونيات، الديناميكا الحرارية، انتقال الحرارة، فيزياء المفاعلات، الإندماج النووي، الكشف عن الإشعاع، تأثيرات الإشعاع، الفيزياء الصحية، ديناميكا الأنظمة النووية، هندسة المفاعلات.

ولذا يجب أن تظل الهندسة النووية مجالاً خاصاً غير مندمج مع أقسام أخرى نظراً للتنوع الكبير المطلوب لتوفير الخلفية اللازمة للعمل في المجال النووي والتي يصعب إعطاؤها حقها ضمن مناهج الأقسام الهندسية الأخرى. وهناك أمر آخر لابد من التأكيد عليه وهو أن وجود كيان للهندسة النووية كجزء من قسم آخر مثل قسم مفاعلات البحوث يؤدي إلى ضياع الكثير من المتطلبات اللازمة لكي يقوم هذا الكيان بدوره المناسب.

وأخيراً يجب ألا يغيب عن الأذهان أن التعليم الهندسي النووي مرتبط ببرامج الطاقة النووية في أية دولة. وكما هو معروف فإنه خلال فترة أيزنهاور أصبح تطوير برنامج سلمي للطاقة النووية يشغل أولوية متقدمة على المستوى الوطني، ولم يكن الأمر مجرد محاولة تأمين مصدر طاقة للولايات المتحدة وباقي دول العالم وإنما كان نوعاً من الكبرياء الوطني. وهكذا فإن للتعليم الهندسي النووي، ومنذ أيامه الأولى، أهمّية خاصة ومكانة وطنية أكثر من أي فرع هندسي آخر.

وضع التعليم الهندسي النووي على مستوى العالم

يمكن القول بأن التعليم الهندسي النووي يعاني من قلة إقبال الطلاب عليه في مناطق كثيرة من العالم نتيجة تدهور الطلب على المفاعلات النووية، مما أدى بكثير من الأقسام إلى محاولة تطوير نفسها. ويجب أن نذكر أن التعليم الهندسي النووي في فرنسا، ذات البرنامج النووي القوي، مقصور على المعهد الوطني للعلوم والتقنية النووية وهو خاص بالدراسات العليا فقط.

أما على مستوى العالم فقد بلغ عدد الأقسام التي تقوم بتدريس الهندسة النووية، سواء على مستوى مرحلة البكالوريوس أو الدراسات العليا. في اليابان ثلاثة عشر قسماً، وفي كندا ستة أقسام فقط.

ونتيجة لقلة الإقبال على الإلتحاق بأقسام الهندسة النووية وغياب التمويل من الصناعة النووية حاولت أقسام الهندسة النووية التأقلم مع تلك المشاكل، حيث تميل بعض الأقسام إلى الاندماج في أقسام أخرى مثل الهندسة الميكانيكية أو التطرق إلى مجالات جديدة. و يجب التأكيد على أن المشكلة الأساسية التي تصادف أي قسم من أقسام الهندسة النووية هي كيفية تحقيق التوازن بين ضعف الإقبال من الطلاب و الحفاظ على عدد معيّن من الخريجين ممّا يوفر احتياجات الدولة عند العودة إلى تبنّي برنامج نووي قوي أو عند بدء هذا البرنامج في حالة عدم وجوده أصلاً.

إنّ لهذا الأمر بعداً استراتيجياً هاماً في الدول النامية بصفة عامة والعربية بصفة خاصة والتي ليست لديها برامج نووية وفي نفس الوقت فهي لا تملك رفاهية التخلي عن البديل النووي في المستقبل البعيد على أكثر تقدير

وربما تظهر تلك الحاجة في المستقبل القريب. من أجل هذا لابد من الأخذ في الإعتبار الحاجة إلى وجود متخصصين في المجال النووي لإعطاء دفعة لبرامج الطاقة النووية عند البدء فيها.

ظهور مفهوم الهندسة الإشعاعية

من المعروف أن أقسام الهندسة النووية الناجحة هي تلك التي تبحث عن الإتجاهات المناسبة لاستغلال الطاقة النووية وربما تنتجها بنفسها، وبالتالي فهي ليست تقليدية بطبيعتها وإنما توجّه نفسها تجاه فرص جديدة ناجحة، ولهذا فإن استخدامات الإشعاع والنظائر المشعة يمكن استغلالها في مجال الهندسة النووية .

ويمكن تعريف الهندسة الإشعاعية على أنها فرع هندسي حديث النمو يشمل عدة فروع للعلوم الأساسية مثل الفيزياء الذرية والنووية وفيزياء الإشعاع، والمواد النووية والمشعة، وحجز الإشعاع وتحديد جرعاته، وإنتاج الطاقة النووية، علاوة على الأساسيات الهندسية المطلوبة من أجل :

1 ـ تصميم مصادر الإشعاع وأجهزة الكشف الإشعاعي في شتى مجالات تطبيقات الإشعاع في الطب والصناعة وغيرهما.

2 ـ تطبيق مبادئ هندسة الوقاية من أجل ضمان أمان استخدامات التقنية النووية .

3 ـ مواجهة مشاكل دورة الوقود النووي و التعامل مع المواد المشعة وإنتاج المصادر المشعة ونقل المواد المشعة وتخزينها والتخلص من النفايات النووية.

4 ـ تحديد الأثر البيئي للمنشآت النووية باستخدام مبادئ التقييم الإشعاعي.

بناءً على ما سبق، ظهر في الولايات المتحدة الأمريكية اتجاه متزايد داخل أقسام الهندسة النووية نحو توسيع مفهوم التعليم الهندسي النووي ليشمل أيضاً الهندسة الإشعاعية .

وربما تجدر الإشارة إلى أن هناك اقتناع تام بأن البرامج التقليدية عن الكيمياء وعلوم المواد تفتقر إلى مقررات عن الإشعاع والتعامل معه، كالكيمياء الإشعاعية مثلاً، علاوة على أن سوق العمل المحدود لا يسمح بإنشاء أقسام خاصة بالإشعاع واستخداماته. ولهذا يبدو أن الحل المنطقي هو البحث عن خريجين يملأون هذا الفراغ ولعل خريج الهندسة النووية بخلفيته العلمية في مجالات الإشعاع والتعامل معه يكون من أفضل الخريجين المؤهلين للعمل في تلك المجالات مع تعديل بسيط في اللوائح الدراسية للهندسة النووية. كما يجب التأكيد على أن هناك حاجة ماسة للمهندسين ذوي الخبرة في مجال التعامل مع الإشعاع في المجال الطبي والصناعي وتكنولوجيا المواد. وهكذا يصبح التوجه نحو الإشعاع واستخدامات النظائر المشعة في أقسام الهندسة النووية ليس فقط مفيداً لخريج الهندسة النووية وإنما أيضاً لعملية استخدام الإشعاع والنظائر على أيدي متخصصين.

ولعله من المفيد هنا الإشارة إلى التطوير الذي حدث منذ عام 1997 في برنامج الهندسة النووية في جامعة إلينوي بالولايات المتحدة الأمريكية، حيث تم تقسيم الدراسة إلى ثلاث شعب هي :

1 ـ الطاقة النووية والأمان والبيئة .

2 ـ علوم وهندسة البلازما والإندماج .

3 ـ علوم الإشعاع والتطبيقات الطبية وأجهزة التعامل مع الإشعاع .

ولعل هذا التطور يعطي صورة حقيقية عن التوسع في مفهوم التعليم في أقسام الهندسة النووية مع الحفاظ على إمكانية تخريج مهندسين عاملين في مجال الطاقة النووية .

وقد تمت نفس التجربة السابقة بصورة مختلفة قليلاً في جامعة جورجيا للتكنولوجيا، حيث تمّ تحويل تخصّص الهندسة النووية الموجود داخل قسم الهندسة الميكانيكية إلى تخصّص الهندسة النووية والإشعاعية. كذلك قسم الهندسة النووية بجامعة كارولينا الشمالية حيث تم إضافة الإتجاه إلى تطبيقات البلازما علاوة على الهندسة الإشعاعية وكذلك تمّ إجراء نفس التغيرات والتركيز على الهندسة الإشعاعية في قسم الهندسة النووية بجامعة فلوريدا.

يتضح مما سبق أن اللوائح الدراسية في مجال الهندسة النووية على مستوى مرحلة

البكالوريوس يجب أن تظل ذات طبيعة متنوعة لتشمل عدة تخصصات. إلا أنه يجب التركيز بصفة خاصة على تأثيرات الإشعاع علاوة على نقاط أخرى صارت ذات أهمية مثل النفايات النووية والبيئة .

هناك أيضاً حاجة إلى تعميق إلمام المهندس النووي بهندسة المفاعلات الموجهة نحو الفهم المتكامل لنظم المفاعلات، مثل التكامل بين الأجزاء الكهربائية والميكانيكية والمواد المشعة بالإضافة إلى النظم الهيدروليكية.

وأخيراً يجب التأكيد على أن قبول الرأي العام يعد أمراً ضرورياً لدفع التعليم الهندسي النووي لأن التحاق الطلاب بأقسام الهندسة النووية أو إقبالهم على المواد الدراسية المرتبطة بها لابد وأن يكون مصحوباً باقتناعهم بأهمية هذا المجال علاوة على وجود فرص العمل. ويمكن في هذا الصدد تنظيم حملات إعلامية عن الهندسة النووية بصورتها الحديثة الشاملة والمقررات المرتبطة بالإشعاع وتطبيقاته في كليات الهندسة على وجه الخصوص علاوة على الكليات الأخرى المرتبطة بالعلوم النووية .

كذلك يجب إدراك أن الهدف ليس فقط إنشاء أقسام للهندسة النووية، وإنما على القائمين عليها إدراك أن دفع برامج الطاقة النووية وتشجيع الطلاب على الإلتحاق بتلك الأقسام يعد أمراً هاماً. ويمكن القيام بتنظيم محاضرات للتعريف بالطاقة النووية علاوة على التعاون الوثيق مع مدرسي المدارس الثانوية الذين عادة ما يكون لهم تأثير كبير في توجيه الطلاب للتخصصات المختلفة .

وضع التعليم الهندسي النووي في العالم العربي

بدأ اهتمام العالم العربي بالهندسة والطاقة النووية منذ الأيام الأولى لتطورها. وبالرغم من غياب البرامج النووية العربية إلا أن هناك عدداً قليلاً من الدول العربية التي أقدمت على إنشاء أقسام للهندسة النووية ساهمت بشكل أو بآخر في تخريج العديد من المهندسين الذين وجدوا فرص عمل في مجالات مختلفة مرتبطة بالهيئات العاملة في المجال النووي علاوة على تطبيقات الإشعاع والمواد المشعة. وفيما يلي نعرض لأقسام الهندسة النووية العربية :

1 - قسم الهندسة النووية بجامعة الاسكندرية في مصر، وقد اتجه الكثير من الخريجين في التسعينات إلى تطبيقات استخدام الإشعاع في الطب والصناعة، وواكب القسم هذه التغيرات بزيادة التركيز في البرامج الدراسية على التطبيقات الطبية والصناعية علاوة على الحفاظ على طبيعة القسم في التوجه الى إعداد المهندس النووي لاستيعاب أسس المفاعلات النووية .

2 - قسم الهندسة النووية بجامعة الفاتح في ليبيا

3 - قسم الهندسة النووية بجامعة الملك سعود في الرياض بالمملكة العربية السعودية

وأخيراً يجب التنويه بأن التطبيقات الطبية للإشعاع تجد تزايداً ملحوظاً في العالم العربي علاوة على الاستخدامات الصناعية في مجال الاختبارات اللاإتلافية والكشف عن البترول.

وهكذا فإن ما سبق ذكره عن الاتجاه إلى الهندسة الإشعاعية يعد أمراً مطلوباً على مستوى العالم العربي، ويمكن دمجها في أقسام حديثة للهندسة النووية تقوم بتركيز ضئيل على مجال المفاعلات النووية يتزايد مع بلورة برامج أكثر فاعلية لاستخدامات الطاقة النووية في العالم العربي.

د. محمد حسن محمد حسن
قسم الهندسة النووية
جامعة الاسكندرية
جمهورية مصر العربية

كيفية التعامل مع حالات
التلوث الإشعاعي الداخلي عن طريق الجروح

مقدمـــة

يمكن اعتبار أن لعملية تلوث الأنواع المختلفة من الجروح بمواد مشعة قابلة للذوبان في سوائل الجسم، مثل الدم والسائل الليمفاوي، أهمية خاصة من وجهة نظر الوقاية من الإشعاع نظراً لكونها تمثل أقصر الطرق لوصول الملوثات المشعة إلى الأعضاء المستهدفة. وعلى سبيل المثال فإن التلوث الداخلي بالبلوتونيوم – 239 عن طريق البلع لا يمثل مشكلة بسبب قلة امتصاصه من قبل القناة الهضمية، أما تلوث الجروح بالبلوتونيوم فيمثل خطورة كبيرة على صحة الشخص الملوث بهذا العنصر المشع.

وتشير الوقائع الملموسة إلى أنه بالرغم من التعزيز المستمر للجوانب الوقائية في المنشآت والمختبرات النووية سواءً على مستوى الوقاية الشخصية خلال عمليات تحضير وتصنيع وتداول وخزن المصادر المشعة المفتوحة أم من خلال التحسينات المستمرة للأجهزة المستخدمة في أماكن العمل، كالمختبرات الحارة ومختبرات تحضير النظائر المشعة وغيرها، إلاّ أن حوادث التلوث الإشعاعي الداخلي عن طريق الجروح مازالت من الحوادث المحتملة في الممارسات اليومية في المنشآت والمختبرات النووية. لذا فإن الإلمام بالجوانب الأساسية وخاصة بالنسبة لكوادر الصيانة والخدمات والعاملين الذين لا يمتلكون خبرة كافية يجب أن يحظى باهتمام هؤلاء العاملين أنفسهم وكذلك القائمين على إدارة المنشآت النووية والكوادر المسؤولة عن السلامة والأمان النووي.

الجروح والتلوث الإشعاعي الداخلي

يمكن أن تحدث أنواع من الجروح المعروفة أثناء تأدية بعض الأعمال ذات الطابع الإشعاعي كعمليات تحضير النظائر المشعة وتداولها وتصنيع الوقود النووي والصيانة الحارة بأنواعها ومعالجة وخزن النفايات المشعة وفي ممارسات الطب النووي وغيرها. ويوجد نقص كبير في المعلومات المتعلقة بميكانيكية نفاذ المواد المشعة إلى داخل الجسم عن طريق الجروح. إلاّ أن هذه المعلومات في حالة توافرها تساعد على اختيار الأساليب المناسبة للتعامل بأقل الأضرار الممكنة مع المواد المشعة والتي قد تتسبب في إحداث تلوث إشعاعي داخلي. كما أنها ضرورية لاختيار الأسلوب الأمثل للتعامل مع الجروح الملوثة، وبما يضمن الحد من وصول الملوثات المشعة إلي الأعضاء المستهدفة.

وتعتمد خطورة تلوث الجروح بالنويدات المشعة على عوامل عديدة منها: الطبيعة الكيميائية الفيزيائية للنويدات المشعة المسببة للتلوث، وعمر النصف الفعّال للنويدة المشعة المسببة له، وطبيعة الإشعاعات المنبعثة من النويدات المشعة، وكذلك نوع الأعضاء المستهدفة وسلامتها من الناحية الفسيولوجية.

وبشكل عام يتضمن التلوث الإشعاعي الداخلي عن طريق الجروح أربع مراحل متعاقبة كما يلي:

1 ـ تلوث الجرح وهو تلامس المادة المشعة مع الجرح وحدوث التلوث الإشعاعي.

2 ـ انتقال المادة المشعة بواسطة السوائل غير العضوية (بلازما الدم والسائل الليمفاوي).

3 ـ ترسيب المادة المشعة داخل الأنسجة والأعضاء المستهدفة.

4 ـ إزالة المادة المشعة من الأنسجة أو الأعضاء أو من كامل الجسم وبشكل تدريجي.

وقد تبين من خلال التجارب التي أجريت على الحيوانات المخبرية أن آلية نفاذ المواد المشعة من خلال الجلد المتضرر تعتمد على عوامل عدة، حيث تنفذ المادة

المشعة بسرعة إلى داخل الجسم في حالة الجلد المتضرر ويزداد نفوذها مع مرور الوقت وتصل إلى حالة التشبع بعد مرور 15 ـ 60 دقيقة على التلوث. ووجد أن مستوى التشبع والفترة الزمنية لبلوغه يعتمد على نوع الجرح، ففي كل جرح وجد أن مستوى الامتصاص اللازم للوصول إلى حالة التشبع يتراوح ما بين 30 ـ 60٪ من النشاط الإشعاعي الابتدائي. وقد أظهر الفحص النسيجي أن تغلغل الضرر الكيميائي في عمق الأنسجة يتناسب طردياً مع تراكيز المحاليل الحامضية والقلوية ومع مرور الوقت بعد حدوث الضرر، ومن جهة أخرى فإن لتراكيز المحاليل الحامضية والقلوية تأثير ضئيل على امتصاص المواد المشعة من قبل كامل الجسم من خلال المناطق المتضررة كيميائياً من الجلد.

التعامل مع الجروح الملوثة بمواد مشعة

عند مواجهة حالات تلوث الجروح بمواد مشعة لا بد أن يطرح السؤال التالي : هل العنصر أو العناصر المسببة للتلوث قابلة للذوبان في سوائل الجسم وهل هي ذات خاصية إنتقائية ؟ وعلى سبيل المثال فإن لنظائر اليود المشعة ميلاً شديداً للترسيب ـ وبشكل إنتقائي ـ في الغدة الدرقية، كما أن بإمكان البلوتونيوم -239 الوصول بسهولة إلى الكبد والعظام، كما أن تلوث الجروح ببعض العناصر الأكتينية الشائعة مثل الثوريوم واليورانيوم والبلوتونيوم والأمريسيوم والكوريوم يمثل خطورة كبيرة من ناحية الوقاية من الإشعاع لأن بإمكان نويدات هذه العناصر المشعة الوصول إلي الأعضاء المستهدفة (حال دخولها الجسم) خلال فترة زمنية تتراوح ما بين دقائق قليلة و60 دقيقة.

1 ـ التعامل الأولي والتخمينات الإشعاعية الأولية

في حالة وجود وحدة طبية متخصصة معززة بجهد فيزيائي صحي في الموقع يمكن إجراء تعامل أوّلي مع الجروح الملوثة إشعاعياً عن طريق تخمين خطورة الحالة، فإذا كانت الإصابة شديدة تأخذ معالجة الضرر الأسبقية على معالجة التلوث. وبعد إجراء عمليات الإسعاف الأولي الطارئة تتم المباشرة بتحديد درجة التلوث عن طريق إجراء القياسات الإشعاعية. إن التعرف على النويدات المشعة من انبعاثات أشعة بيتا ذات الطاقات العالية ومعظم النويدات من أشعة جاما لا يمثل مشكلة كبيرة عند تلوث الجروح بها. أما في حالة تلوث الجروح بجسيمات ألفا فمن الصعب تحديد تلك النويدات بسهولة. ومن أبسط الطرق المستخدمة لتخمين طبيعة المادة المشعة الملوثة للجرح هو استئصال الأنسجة المتضررة ووضعها في جهاز مناسب لقياس الإشعاع. إن الهدف من هذه العملية هو تقدير النشاط الإشعاعي للأجزاء المستأصلة من منطقة الجرح.

2 ـ المعالجة التخصصية للجروح الملوثة إشعاعياً

إن فهم آلية انتقال الملوثات المشعة من منطقة الجرح إلى أجهزة الدوران العامة للجسم أو الترسيب الموقعي في العقد اللمفاوية في منطقة الجرح أو القريبة منه له تأثير كبير على اختيار الأسلوب المناسب للحالة. وتعتبر الخواص الكيميائية الفيزيائية مثل : قابلية الذوبان والرقم الهيدروجيني (pH) وحيوية الأنسجة وحجم الجزيئات، من أهم العوامل التي تحدد سرعة انتقال النويدات المشعة من منطقة الجرح إلى داخل الجسم. وعلى سبيل المثال إذا كانت المادة الملوثة ذات رقم هيدروجيني منخفض أو ذات درجة قلوية عالية، فيمكن أن تؤدي هذه الحالة إلى تكتل البروتينات ممّا يؤدي إلى تقليل انتشار الملوثات المشعة إلى سوائل الأنسجة.

إن بعض مركبات النويدات المشعة تتغير درجة حمضيتها تدريجياً عند بقائها في حالة تلامس لفترة طويلة مع سوائل الجسم. وبشكل عام تلقى النويدات المشعة ذات نصف العمر الإشعاعي الطويل مثل البلوتونيوم -239 والسترونشيوم -90 اهتماماً كبيراً من وجهة نظر الوقاية من الإشعاع نظراً لكونها تقوم بتشعيع الخلايا المجاورة لمنطقة الجرح أو خلايا الأعضاء الداخلية بشكل مستمر ومكثف.

3 ـ المعالجة الطبية واحتمالات التدخل الجراحي

يمكن تلخيص الإجراءات الواجب اتخاذها حال وصول المريض فيما يلي :

أ ـ الإسعاف الأولي الذي له الأسبقية على إزالة التلوث الإشعاعي .

ب ـ تنظيف الجرح عن طريق استسقائه ، حيث يتم غمر الجرح بكمية كافية من الماء المعقم أو المحلول الملحي الفسيولوجي أو بالنزف الحر ، حيث يترك الجرح ينزف لفترة وجيزة على أن لا يشكل مضاعفات للمريض أو عن طريق الإعاقة المؤقتة للدم الوريدي باستخدام رباط خاص .

ج ـ التأكد من جدوى العلاج الطبي ، فمن الأمور المهمة التي تلقى على عاتق الطبيب المعالج التخمين المسبق للفوائد المحتملة لإعطاء العوامل المعرقلة أو استخدام تقانة «التخفيف النظائري». ويجب أن تخضع الضمادات المستخدمة لعمليات قياس النشاط الإشعاعي ، كذلك يجب عدم إهمال القشرة المتكونة على الجرح وإخضاعها هي الأخرى لعمليات قياس النشاط الإشعاعي بصفة دورية .

ويجب إجراء التحاليل الكيميائية الإشعاعية في جميع حالات تلوث الجروح بالمواد المشعة لنماذج من البول والبراز بالإضافة إلى استخدام عداد كامل الجسم لتقدير مستوى التلوث الإشعاعي الداخلي عن طريق الجروح. كما ينصح بالإحتفاظ بالأنسجة المستأصلة من الجروح الملوثة وكذلك قطع الشاش والإسفنج والماء المستخدم لغسل الجروح لإجراء التحاليل الإشعاعية الكيميائية عليها أيضاً. كما ينصح بفحص الجرح بعناية كل عام للكشف عن نشوء أية عقدة أو ندبة ، فإذا ما وجدت يجب استئصالها وإجراء التحاليل الكيميائية الإشعاعية والمرضية عليها .

د ـ القرار بالبتر ، فقد يواجه الجراح بموقف حرج إذا حدث تلوث حاد لأطراف الأصابع وراحة اليد ولم يكن بالإمكان إجراء عملية إزالة التلوث بشكل كاف ، الأمر الذي يتطلب منه اتخاذ قرار حاسم ببتر العضو. وبشكل عام فإن المعالجة المتحفظة تكون هي المعتمدة فلا يتخذ قرار بالبتر ما لم يكن العضو قد تضرر بحيث أن استعادته لوظيفته أصبحت أمراً غير متوقع أو ما لم يكن التلوث بأشعة بيتا ـ جاما حاداً حيث أن التشعيع الحاد والشامل يؤدي لاحقاً إلى موت الخلايا والأنسجة بشكل مؤكد .

الخاتمة

تتطلب حالات التلوث الداخلي معالجة متخصصة سواء بالنسبة للجروح الملوثة إشعاعياً أو بالنسبة لكامل الجسم في حالة تمكّن المواد المشعة من النفاذ من خلال الجروح إلى الداخل. وقد يتطلب الأمر في الدول التي لا تمتلك إمكانات ذاتية للتعامل مع مثل هذه الحالات ـ إقحام كوادر طبية وتمريضية لا تملك الخبرة المناسبة .

وهناك حقيقة يجب أن تكون معروفة لدى هؤلاء وهي: أن الإختلاف ما بين التعرض والتلوث الإشعاعي يمكن إدراكه بسهولة ، ففي حالة التعرض الإشعاعي لجرعات إشعاعية عالية يجب أن تكرّس الجهود الطبية لحماية الضحية لأنه لا يمثل خطراً إشعاعياً على الملامسين له ، أما في حالة الشخص الملوث إشعاعياً داخلياً أو خارجيا أو الحالتين معاً فإن هناك إجراءات محددة يجب التقيد بها بشكل صارم لوقاية الملامسين وأماكن تواجد الشخص الملوث .

وبشكل عام يجب التعامل مع حالات تلوث الجروح بأسرع وقت ممكن لأن المواد المشعة التي تنفذ من خلال الجلد المجروح أو المتضرر تنتقل إلى سوائل الجسم لتصل إلى الأعضاء المستهدفة. أما الجلد السليم فهو حاجز فعّال يحول دون دخول الكثير من الملوثات المشعة إلى داخل الجسم. وبما أن المواد المشعة يمكنها النفاذ من خلال الجروح التي قد لا تشاهد بالعين المجردة ، فيجب بذل عناية فائقة في حالة القيام بعمليات إزالة تلوث الجلد لتجنب إحداث جرح أو خدش فيه مهما كان بسيطاً .

د. حسين الونداوي

منظمة الطاقة الذرية العراقية

الأكواد المنظمة لدرء المخاطر الطبيعية والصنعية عن مفاعلات البحوث النووية

«عند إقامة المفاعلات النووية سواء كانت من نوع مفاعلات البحوث أو من نوع مفاعلات الطاقة يخضع اختيار المواقع المناسبة لإقامتها لاعتبارات كثيرة ومتفاوتة في الأهمية. ويتناول المقال عرضاً موجزاً لكل تلك الإعتبارات أو على أقل تقدير أكثرها أهمية.»

مقدمة

منذ إنشاء أول مفاعل بحثي في ديسمبر 1942 يتوافر حالياً أكثر من 390 مفاعلاً بحثياً تعمل في أكثر من 65 دولة عضو في الوكالة الدولية للطاقة الذرية وتنتشر في أغلب أركان المعمورة. وبفضل التقنيات الأكثر تعقيداً والبرمجيات المتشابكة فإننا نضمن قدراً كبيراً من الأمان النووي الذي تقدم باضطراد على مدى الأربع والخمسين عاماً الماضية.

ومن خلال جهود الوكالة الدولية للطاقة الذرية المستمرة منذ عام 1957 تكونت مفاهيم عريضة بشأن التشغيل الآمن لهذه النوعية من المفاعلات. ولا تكمن الفائدة التي يمكن الحصول عليها فقط في تفهم التقنيات النووية لهذه المفاعلات ولكن يضاف إليها العديد من الإستخدامات المفيدة مثل إنتاج النظائر المشعة التي تستخدم في الأغراض الزراعية والطبية وتحسين المواد والتحكم في التلوث البيئي والتعقيم للمواد الغذائية.

وقد أصدرت الوكالة الدولية للطاقة الذرية أول مخطوط لها في عام 1960 بشأن التشغيل الآمن لمفاعلات البحوث. وتشمل معايير الأمان في تلك المخطوطات الشروط اللازمة لتصميم ومتطلبات الأمان لاختيار الموقع وضمان الكفاءة وشروط الترخيص وإلغائه وإعادته وشروط التشغيل.

ومن المعلوم أن مفاعلات البحوث النووية لا تخضع لنفس المواصفات والشروط القاسية مثل مفاعلات القدرة النووية، وذلك فيما يتعلق بالمصادر المائية اللازمة للتبريد وشبكات الأنظمة الهندسية المعقدة بها وكذلك المواصفات المطلوبة في بناء القاعدة الخرسانية، وبالتالي فإن مواقع مفاعلات البحوث يمكن أن تقع في المناطق التي لا تتعرض للمخاطر الطبيعية والصناعية الحادة وبالطبع فإن تلك الظروف تساعد في تقليل النفقات اللازمة لإقامة هذه النوعية من المفاعلات. وتختلف المواصفات العلمية والتقنية المتبعة بشأن المفاعلات البحثية (قدرة حرارية تصل حتى عشرات من الميجاواط).

ونسرد فيما يلي الإرشادات حول ثلاثة مواضيع رئيسية وهي :

1 ـ تقييم الآثار الإشعاعية البيئية لتشغيل المفاعلات تحت الظروف العادية وظروف الحوادث.

2 ـ تأثير الظروف الخارجية وكذلك تأثير الأحداث الخارجية بفعل الإنسان على التشغيل الآمن للمفاعل.

3 ـ تخطيط الطوارىء للأحداث المحتملة لبعض نوعيات المفاعلات البحثية.

ونظراً لصغر الحجم النسبي لمفاعلات البحوث وكذلك صغر حجم قلب المفاعل ونواتج الإنشطار وحجمها بالمقارنة بمفاعلات القدرة (الطاقة) فإن الحوادث المحتملة بالنسبة للمفاعل البحثي قد تتضمن انبعاثات محدودة من الإشعاع إلى البيئة.

وفيما عدا مفاعلات البحوث الكبيرة، التي قد تصل سعتها لعشرات من الميجاواط، فإنه ليس من أهداف هذه

المقالة التعرض لهذه النوعية والتي ربما ينطبق عليها شروط مفاعلات القدرة. وبالطبع لن تتعرض المقالة إلى «المفاعلات السريعة» و«ذات القلب المحتوي على كميات ضخمة من البلوتونيوم».

الأسس العامة لتصنيف مفاعلات البحوث النووية

تنقسم مفاعلات البحوث إلى ثلاث مجموعات (سلسلة وثائق الأمان رقم 35 ـ الوكالة الدولية للطاقة الذرية، 1982، ڤيينا) تخضع لشروط معينة في التصميم وبالتالي في ضمانات الأمان النووي. وأهم العوامل التي تؤخذ في الإعتبار عند تصنيف هذه المفاعلات هي: التفاعلات النووية الإضافية و مستوى الطاقة وكيفية إزالة الحرارة عند الضرورة ونوعية الوقود النووي وكمية المواد الإنشطارية ونوعية أوعية الإحتواء ونوعية معدات وأنظمة إجراء التجارب النووية.

ويختلف التصميم السيزمي (الزلزالي) من مجموعة لأخرى من هذه المجموعات الثلاث لمفاعلات البحوث.

تقرير الأمان

يتم تقديم تقرير «تحليل الأمان» بوساطة المشغل ليستوفي الغرض من التصميم ويمثل هذا التقرير الأساس للتشغيل الآمن للمفاعل البحثي. ويعتبر تقرير تحليل الأمان وثيقة الإتصال بين المشغل والهيئة التنظيمية حيث أنه بمثابة الوثيقة الرئيسية للحصول على الترخيص لإقامة المفاعل.

ويخدم هذا التقرير الأغراض التالية:

1 ـ مساعدة المصمّم في اختيار المكوّنات (كل على حدة) بشكل متكامل وبطريقة صحيحة.

2 ـ معالجة جميع عناصر الأمان والتأكد من أن تحاليل الأمان متوافقة مع التصميم المقترح.

3 ـ تقديم مساعدة لفنّيي التشغيل وفي مجال التدريب والتعرف على إنشاءات الموقع وضمان تنفيذ شروط التشغيل ومدى تنفيذ المتطلبات أثناء العمر الإفتراضي للمفاعل.

ويوفر تقرير تحليل الأمان وصف تفصيلي للموقع والمفاعل نفسه والمنشآت التجريبية والخدمات الأخرى الهامة من ناحية السلامة. ويحتوي كذلك على وصف تفصيلي للأسس العامة للتصميم والتي توفر الحماية للمفاعل وأعضاء هيئة التشغيل والجمهور والبيئة وتوقّع إحتمالية الحوادث ومجابهتها والتقليل من آثارها.

إجراءات الحماية ضد المخاطر الطبيعية والصنعية

تشمل المخاطر الطبيعية المخاطر الجيولوجية والزلازل والفيضانات والتقلبات المناخية الحادة. وتشمل المخاطر الصنعية المفرقعات وسقوط الطائرات.

والقاعدة الرئيسية لاختيار موقع ما لإنشاء مفاعل بحثي تتضمن ضرورة استيفاء الموقع المقترح لأدنى درجات المخاطرة ضد الأحداث الخارجية المحتملة الطبيعية أو التي من صنع الإنسان. وهناك اتجاهان يمكن اتباعهما في هذا الشأن: الأول حسابي ويتمثل في عدم تعرّض الجمهور أو الأفراد فوق الموقع المرشّح لإقامة المفاعل لجرعة إشعاعية تفوق مواصفات الجرعة المقررة بوساطة «الهيئة التنظيمية» للمفاعل لحدث يماثل في حدّته أقصى درجات الشدة المقرّرة في مواصفات إنشاء المفاعل (ويمكن تعريف هذا الحادث بالحادث التصميمي)، والإتجاه الثاني هو اتجاه احتمالي ويتلخص في افتراض انبعاث إشعاعي متعدد المصدر ويساوي في جرعته الجرعة القصوى المقرّرة من قبل «الهيئة التنظيمية».

ويفيد الإتجاه الحسابي بأنه إذا لم تتعدّ الجرعة التي يتعرض لها الأفراد أو الجمهور الجرعة المقررة بوساطة الهيئة التنظيمية فإن الموقع والمنشأة النووية يكونان مقبولين تنظيمياً. وإذا حدث وتعرّض الشخص الأكثر تعرضاً للإشعاع في الموقع لجرعة تفوق المعدل الإشعاعي المقرّر يؤخذ في الإعتبار في تلك الحالة النظر في تصميم وسائل الوقاية الإشعاعية، وهذا يتطلب النظر في مواصفات بعض الأنظمة والإنشاءات التي تقلّل من حدة الإشعاعات المنبعثة في حالة وقوع أكثر الحوادث خطورة.

المخاطر الجيولوجية والجيوتقنية

تجرى الدراسات الجيولوجية والجيوتقنية والجيوفيزيائية عند المواقع المحددة لإقامة مفاعلات البحوث بغرض تقييم حجم المشاكل الجيولوجية المتمثلة في التشققات السطحية بسبب التصدع والإنهيار وعدم ثبات المنحدرات. كما تجرى بعض الدراسات الأخرى لمعرفة نوعية التربة وللوصول إلى مواصفات جيوتقنية تفيد في وضع التصميم الأمثل لإقامة منشآت المفاعل البحثي.

ولتحديد قوة احتمال التربة ولمعرفة نوعيتها يمكن حفر بعض الآبار بكثافة كافية وعلى عمق مناسب، ويوصى بصفة عامة بإجراء قطاع تربة أفقي على أن تصل أعماق الحفر إلى مستوى يساوي، على الأقل، نصف البعد الرأسي لأساس قاعدة المفاعل البحثي المقترح.

كما أن إجراء مسح جيوفيزيائي تفصيلي لتحديد نوعية وكثافة الطبقات الرخوة تحت الأرض هو إجراء معتاد في معظم الأحوال. وإذا أوضحت الدراسات الجيوتقنية والهيدروجيولوجية والجيوفيزيائية ونتائج الحفر عدم تماسك التربة وعدم قابليتها للتحميل بالإنشاءات المستقبلية للمفاعل فإنه يلزم إجراء دراسات إضافية أو استبعاد الموقع المقترح.

المخاطر الزلزالية

يعتبر الأمان السيزمي (الزلزالي) للمفاعل من المفردات الهامة عند وضع مواصفات تصميمية مرتفعة الجودة تستطيع مجابهة أي حدث زلزالي محتمل. وهناك خطوات ودراسات سيزمولوجية تختلف في درجة التعقيد من مفاعل للطاقة إلى مفاعل بحثي. وتعتبر الخبرة المستقاة من واقع الزلازل السابقة هامة في تحديد صلاحية الموقع، كما أنه إذا اتفق على موقع ما فلا بد من اعتماد الرصد الزلزالي الدائم (بوساطة أجهزة السيزموغراف التي تنشر في الموقع) كسياسة ثابتة لمراقبة الأنشطة الزلزالية من المصادر الطبيعية والصنعية التي تتعاقب على الموقع.

ويجب أن تخضع مكونات الأنظمة المتعددة للمفاعل «للفئة السيزمية» للموقع المقترح والخاضعة للمواصفات القياسية للوكالة الدولية للطاقة الذرية. ويجب أن تصنف المواصفات على أنها لا تمثل أخطاراً (بصفة مباشرة أو غير مباشرة) في حالة فشلها. كما يجب أن تكون هناك مكونات بالمفاعل تستطيع أن توقف عمل المفاعل بأمان إذا كان ذلك لازماً، وأن تقوم بعد ذلك بإزالة الحرارة المتبقية بالمفاعل. وإذا فشلت هذه المكونات فيتوجب تنشيط مكونات أخرى تقوم بتخفيف الآثار الناجمة عن فشل عمل المكونات السابقة.

وتخضع المباني والمنشآت التابعة للمفاعل البحثي لضوابط سيزمولوجية تختلف شدتها طبقاً لقدرة المفاعل البحثي. ولا يتسع المجال هنا للتصنيف السيزمولوجي للقدرات المختلفة للمفاعلات النووية البحثية. وبصفة عامة ففي حالة المفاعلات البحثية ذات القدرة التي لا تتعدى عدة ميجاواط يمكن قبول تصميم لا ينتمي للفئات السيزمولوجية المختلفة، وللمفاعلات ذات القدرة التي تقترب من 15 ميجاواط يمكن قبول الفئة السيزمية الإستاتية، ولقدرات أعلى يمكن إخضاعها لنموذج سيزمي متحرك ومبسط.

مخاطر الفيضانات

بصفة عامة لا تحتاج مفاعلات البحوث إلى كميات كبيرة من المياه للتبريد، لذا فإنه ليس من الضروري إنشاء هذه النوعية من المفاعلات بالقرب من مصادر مائية ضخمة (مثل البحر أو بحيرة أو نهر). وغالباً ما يتم اختيار مواقع جافة أي أماكن تكون على درجة من الإرتفاع تجعلها أعلى من مستوى أي فيضان محتمل في كل الأوقات، سواءاً أكان ذلك في المواقع القريبة من الأنهار أم من الشواطىء.

وبالنسبة للمواقع الشاطئية على الأنهار يراعى إحتمالية «الإندفاع الطفلي» الناتج من الانفجارات البركانية. ولكن في بعض الأحوال يكون من الصعب اختيار مواقع جافة بمجرد المشاهدة العابرة وحينئذ يكون من الضروري تحديد مستوى الفيضان لضمان إبقاء المكونات الهامة والضرورية للأمان النووي فوق هذا المستوى. ويتم تحديد هذا المستوى بعدة طرق تختلف من المواقع الشاطئية النهرية إلى المواقع الشاطئية البحرية كالتالي:

1 ـ المواقع الشاطئية النهرية

بالنسبة للمواقع القريبة من الأنهار فإن مستوى الفيضان الإحتمالي (والذي يمكن اعتباره مرجعاً للفيضانات المتكررة) يمكن تحديده طبقاً لبعض الطرق الرياضية كما يلي :

أ ـ معادلات تربط بين أبعاد الصرف المائي والفيضان .

ب ـ استخدام منحنيات تربط بين أقصى سعة للموارد المائية السنوية لأعوام عديدة .

وبالطبع فإن المحاولات المبذولة لتحديد الفيضان المرجع لا بد أن تتوافق مع الإحصاءات المتوافرة لأعوام عديدة سابقة .

ويلي تحديد مستوى الفيضان المرجع معرفة مستوى مرجعي آخر يعتمد على درجة انحدار المجرى المائي للنهر وكذلك مساحة مقطع مجرى النهر وبعض العوامل الأخرى. ويراعى عدم تواجد حواجز نهرية أسفل مجرى النهر لضمان عدم اندفاع الماء بالإتجاه العكسي ممّا يؤدي إلى ارتفاع مستوى الماء عند الموقع المقترح .

ومن الضروري الأخذ في الإعتبار إمكانية انهيار سد مائي أعلى مجرى النهر أو عدة سدود فرعية أخرى والتي يمكن أن تتسبب في إحداث فيضان ما عند الموقع، وأن ارتفاع الموج الناشيء من انهيار سد ما أعلى النهر يمكن أن يصل للموقع أسفل النهر بنفس قوة فيضان ينشأ من مياه الأمطار. وبعد تحديد أعلى مستوى يمكن أن تصل إليه مياه الفيضان يمكن بعد ذلك تحديد الإرتفاع المناسب لإنشاء المفاعل .

2 ـ المواقع الشاطئية البحرية

بالنسبة لهذه النوعية من المواقع فإن أفضل حماية تكون في موقع جاف، ولتحديد هذا الموقع فإن إحتمالية حدوث فيضان بحري قائمة ولا بد من تقييمها .

وإذا كانت المنطقة المحتوية على الموقع المقترح معرضة لعاصفة استوائية أو إذا كان هناك تاريخ ما للموجات الزلزالية الناشئة من حدث زلزالي (تسونامز)* أو ما يسمى بموجات «سيشز» فإنه من الضروري الحصول على البيانات التاريخية في هذا الشأن. ويتم تحليل طوبوغرافية أو خريطة الأعماق البحرية للمنطقة لتحديد أفضل المواقع والبعيدة عن احتمالية تعرضها للغزو من الهجمات البحرية المتقطعة أو التسونامز أو السيشز .

وبدراسة البيانات أعلاه فإننا نتمكن من تحديد مستوى معين يوضح أقصى درجات الغمر بالمياه وبالتالي يمكننا اقتراح أفضل موقع مرتفع بعيداً عن التأثيرات المذكورة أعلاه .

المخاطر المناخية

أ ـ الرياح

بالنسبة للمنشآت النووية التابعة للمجموعة الأولى من مفاعلات البحوث فإن الأكواد المدنية للمنشآت السكنية تفي بالغرض، أما بالنسبة للمجموعتين الثانية والثالثة من مفاعلات البحوث فإن الأكواد المعتمدة لمجابهة تأثير الرياح الشديدة والعواصف تعتمد على التاريخ المناخي للمنطقة في حدود مائة كيلومتر من موقع المفاعل البحثي. وفي غياب البيانات التاريخية المناخية يمكننا الاعتماد على تقنيات إحصائية تعتمد على أقصى شدة مناخية مسجلة في وقت ما مع إدخال العناصر المناخية المؤثرة على المنطقة المحيطة بالموقع .

ويمكن تبسيط التقنيات الإحصائية (فيما يتعلق بتأثيري الشكل والإرتفاع) بالنسبة للمنشآت التابعة للمجموعتين الثانية والثالثة من المفاعلات البحثية للحصول على كود مناسب للرياح المؤثرة على الموقع. ولكن يبقى افتراض التجاوب المطاطي للمنشآت النووية مع تأثير الرياح .

ويؤخذ في الحسبان التأثير المحلي لضغط الرياح والذي يمكن أن يؤدي لانهيار الجدران الخارجية للمنشأة النووية. كما أنه بالنسبة للمنشآت التابعة لهاتين المجموعتين يجب أخذ

* هي موجات بحرية هائلة الإرتفاع تهاجم الشواطيء و تنتج من إنزلاقات أرضية قرب الشواطيء تدفع بالمياه في موجات عظيمة الإرتفاع يمكن أن تغطي الشواطيء بارتفاعات عالية للماء

التعرجات الطوبوغرافية بعين الإعتبار عند حساب تأثير الرياح بالإضافة لارتفاع المنشأة نفسها .

وللدراسات الأكثر تعمقاً فيما يتعلق بتأثير الرياح على المنشآت النووية البحثية يمكن الرجوع إلى منشورات الوكالة الدولية للطاقة الذرية .

ب ـ الأعاصير

يتم الاكتفاء بأكواد الإنشاءات المدنية السكنية بالنسبة للمجموعة الأولى من مفاعلات البحوث. أما بالنسبة للمجموعتين الثانية والثالثة فإنه يتم الاستعانة بأكواد مشابهة للتأثيرات الناتجة من الرياح أو الزلازل عند تصميم المنشأة ضد الأعاصير .

ويجري تصميم المنشأة اعتماداً على أسوأ إعصار تاريخي شهدته المنطقة المحيطة بالموقع المنشود في حدود نصف قطر يساوي مائة كيلومتر. ويراعى في التصميم حدوث ظاهرتين مناخيتين خصوصاً بالنسبة للمجموعتين الثانية والثالثة وهما الانخفاض المفاجيء للضغط والمصاحب لمرور مركز الإعصار والتأثير الناتج من المقذوفات الأعاصيرية على المنشآت وأنظمة المفاعل، وفيما يتعلق بمفاعلات القوى يتم تصنيع الأنظمة بحيث تتحمل الضغوط الناتجة من ارتطام الأعاصير الشديدة .

ج ـ سقوط الثلوج

تكفي أكواد المباني المدنية بالنسبة للمجموعة الأولى من المفاعلات البحثية. ولكن يتم تقييم التحميل الناتج من سقوط الثلوج حسابياً بالنسبة للمجموعتين الثانية والثالثة في المناطق المتميزة بسقوط الثلوج .

وبصفة عامة يتحمل التصميم المقترح أقصى درجات التحميل المتوقعة من سقوط الثلوج وتراكمها على المنشأة. ولا بد من مراعاة المناطق الباردة حيث أن الثلوج تظل متراكمة لفترة زمنية طويلة بحيث يعطى الانضغاط الناتج من الثلوج درجة تحميل تختلف من مكان إلى آخر. ويراعى أن تكون محطة الرصد المناخي المقامة لرصد التغيرات المناخية ذات موقع طوبوغرافي مماثل لطوبوغرافية موقع المفاعل .

وفي المناطق الجبلية الوعرة تتميز الشبكة المناخية المقامة بتغيرات مناخية متباينة وربما تختلف عن القراءة المناخية عند الموقع لذا يجب أن تجرى حسابات لتقييم التأثير المناخي الحقيقي عند الموقع .

ولا يمكن تقييم التغيرات المناخية الناتجة من سقوط الثلوج مثل الإنهيارات الجليدية والهجمات الأعاصيرية والتيارات المفاجئة للريح إحصائياً. ولا بد من معالجة كل حالة على حدة آخذين في الإعتبار العوامل والظروف المحلية .

المخاطر الصنعية

لا بد من تعريف هذه المخاطر حتى يمكن تقييمها ومعرفة التأثيرات الناتجة عنها سواء على الأشخاص أو على أنظمة الأمان في المفاعلات. وتنقسم المخاطر الصنعية إلى :

1 ـ تأثيرات دائمة ناتجة عن وجود مصانع المنتجات الكيميائية ومعامل تكرير البترول ومستودعات النفط وخطوط الأنابيب بالقرب من المواقع المحددة لإقامة المفاعلات .

2 ـ تأثيرات غير دائمة تتسبب فيها مؤثرات مؤقتة مثل وسائل النقل (خطوط الطيران والطرق البرية وخطوط السكك الحديدية وأنابيب المياه... الخ). وتتمثل الأحداث التي تنشأ من هذه المصادر في الإنفجارات أو الحرائق الناتجة من انسكاب السوائل الحارقة من المصادر الثابتة أو المتحركة وكذلك سقوط الطائرات. وعموماً تكون تبعات سقوط الطائرات أو الإنفجارات ذات أهمية خاصة .

وهناك اختلاف رئيسي بين المخاطر الصنعية والمخاطر الطبيعية فالمخاطر الصنعية تنقل كمية ضخمة من الطاقة لمنشآت المفاعل البحثي مما قد يؤدي إلى تدميره وانتشار المواد الإشعاعية للبيئة، لذا فمن الضروري إبعاد المفاعلات عن المصادر المذكورة أعلاه أو عمل الحماية الضرورية للمفاعل لتلافي حدوث هذه الأضرار .

أ ـ الإنفجارات

يجب أن يكون الموقع بعيداً عن الإنفجارات ومصادرها بمسافة كافية تحددها طرق حسابية أو إحتمالية لتقسم هذه المسافة من المصادر الثابتة أو المتحركة، والتي تقدر بمسافة تتراوح ما بين 5 ـ 10 كيلومترات من مصدر الإنفجارات إلى الموقع .

وعلى المستوى الدولي اعتمدت إحتمالية مقدارها 10^{-6} إلى 10^{-7} للعام الواحد لحدوث انفجار ما حتى يمكن اعتبار الموقع آمناً ضد هذه المخاطر. وفي غير هذه الحالة يجب تصميم المبنى وأحياناً الأنظمة والمكونات ضد الإنفجارات .

ب ـ سقوط الطائرات

يجب اختيار موقع المفاعل البحثي بحيث يكون بعيداً بمسافة كافية عن طرق الطائرات أو المطارات لتجنب وقوع الطائرات على الموقع. وتعتمد إحتمالية اصطدام طائرة بالإنشاءات الحساسة للمنشأة النووية على حجم المفاعل، وبالطبع فإن حجم المنشأة النووية البحثية يعتبر صغيراً بالمقارنة مع المفاعل النووي لتوليد الطاقة .

حيثيات الحوادث والتخطيط للطوارىء

يجب حماية السكان حول المنشأة النووية ويؤخذ في الإعتبار عناصر الأمان المتخذة في هذا الشأن والتي تعتمد على كثافة ودرجة انتشار السكان .

ولتحديد درجة قبول الموقع المقام عليه المنشأة النووية يمكن اتباع الخطوات التالية :

1 ـ افتراض سلسلة من الحوادث .

2 ـ حساب الإنبعاثات الناتجة من كل حادث من تلك الحوادث .

3 ـ يتم تقييم الكمية التي تمتص بوساطة حوض المفاعل والكمية المنبعثة في الجو الخارجي للمفاعل .

4 ـ يؤخذ في الاعتبار الكمية المترسبة للمواد الإنشطارية بداخل المبنى .

5 ـ يؤخذ في الاعتبار الكمية التي يتم ترشيحها أو احتجازها بوساطة وعاء الإحتواء .

وفيما يتعلق بالأسلوب الحسابي لتحديد صلاحية الموقع فإنه اذا لم تتعدَّ الجرعات الإشعاعية الحدود الآمنة التي يتعرض لها الأفراد الأكثر تعرضاً للإشعاع فإن الموقع يعتبر صالحاً ومقبولاً لإقامة المفاعل البحثي .

التخطيط للطوارىء

بالنسبة للمجموعة الأولى لمفاعلات البحوث فإنه لا داعي لاستخدام إمكانيات الطوارىء خارج المنشأة النووية، ولكن يتم استخدام الإمكانيات بداخل المنشأة نفسها أو حول المنشأة في الموقع نفسه .

أما بالنسبة للمجموعة الثانية فإن ذوبان عناصر الوقود وإمكانية انبعاث إشعاع يمكن حدوثها بسبب أحداث زلزالية أو مخاطر أخرى، ويمكن الحماية من ذلك عن طريق توفير كميات كبيرة من المياه في قلب المفاعل لتبريد عناصر الوقود. وعموماً فإن إحتمالية انطلاق انبعاثات إشعاعية من القلب تعتبر ضئيلة. وإذا حدث ذوبان لعناصر الوقود وانبعاث كميات من المواد المشعة فإنه يجب تدخل الدفاع المدني خارج الموقع بالإضافة للإجراءات المتبعة على الموقع وفي داخل المنشأة النووية نفسها .

وبالنسبة للمجموعة الثالثة من مفاعلات البحوث فإن احتمالية انهيار عنصر الوقود وانبعاث مواد إنشطارية تظل قائمة دائما، ولذا يجب توفير الأنظمة التي تكفل إزالة الحرارة بالسرعة الكافية .

أ. د. محمد ممدوح خطاب
كلية الهندسة
جامعة قناة السويس
واستشاري بهيئة الطاقة الذرية المصرية

الأكواد المنظمة لدرء المخاطر الزلزالية عن مواقع مفاعلات القدرة النووية

مقدمة

عادة ما يتم استخدام أحدث المواصفات العلمية والتقنية بالإضافة إلى النصائح المقدمة من الوكالة الدولية للطاقة الذرية لاختيار مواقع مفاعلات القدرة النووية ولكن مع بعض التحفظات في المناطق ذات المخاطر الزلزالية المرتفعة مثل مناطق التصدّعات النشطة حيث يتم اللجوء إلى مواقع بديلة .

وإذا أظهرت الدراسات الأولية لموقع مقترح لإقامة مفاعلات القدرة أن الموقع المقترح يمكن أن يتعرض لأخطار زلزالية عالية أو متوسطة، فإنه يجب أن يؤخذ في الإعتبار الخصائص الجيوتقنية للموقع، مثل تحديد الميكانيكية الزلزالية المتوقعة تحت الموقع وبالتالي تحديد «العناصر التركيبية الهندسية لأساسات مفاعل القدرة المقترح على أن تكون المواصفات والبيانات المتوافرة مصحوبة بمراجع علمية حديثة ومعتمدة عالمياً.

ولا بد من التأكيد على أن الأكواد القياسية اللازمة لحماية مفاعلات القدرة لا تتم بمعزل عن الأكواد اللازمة لإجراء الإختبارات السيزمية واختبارات الكفاءة اللازمة لفحص الإنشاءات والنظم ومكونات المفاعل، وكذلك التصنيف السيزمولوجي لمكوّنات المفاعل والضغوط التي تتعرض لها المكونات .

العناصر الجيولوجية المؤثرة والدراسات الأولية

تمثل الصدوع النشطة والكهوف الأرضية وعدم ثبات المنحدرات وإسالة التربة والهبوط الأرضي أخطاراً حقيقية. ولمعالجة هذه الظواهر فإنه من الضروري تنظيم زيارات ميدانية للموقع المقترح، ويتطلب ذلك دراسة متأنية للخرائط الجيولوجية وبيانات الجاذبية والمغناطيسية والكهربائية والسيزمية. كما تتم الإستعانة بخرائط الاستشعار عن بعد وبيانات عن تسجيلات الآبار الجيوفيزيائية .

إن الدراسات الأولية للموقع يجب أن تأخذ في الإعتبار دراسة «الخرائط الزلزالية متساوية الشدة» وكذلك التاريخ الزلزالي للمنطقة بالإضافة إلى المعلومات المتوفرة حول الهجمات المائية البحرية التي يمكن أن تنشأ من الزلازل المتولّدة تحت سطح البحر .

وإذا كانت المنطقة المحيطة بالموقع المقترح تتميز بمخاطر زلزالية منخفضة (مثلاً أقل من درجة 6 طبقاً لمقياس مركالي المعدّل للشدة الزلزالية) فإنه يتم اتباع أكواد أقل حدة من تلك التي سنقوم باتباعها من خلال تلك المقالة .

البيانات الزلزالية المطلوبة ونوعيتها

يتم تجميع البيانات الزلزالية التاريخية والتي تحتويها سجلات المراصد الزلزالية من خلال أي مصدر لأقدم تاريخ مدوّن. وبالطبع فإن البيانات التاريخية تكون في أغلبها وصفية وكيفية ولكن يمكن ترجمتها بطريقة تقريبية إلى ما يكافئها بمقياس ريختر أو مقياس مركالي المعدّل. وبالطبع فإنه يجب الأخذ في الإعتبار إختلاف نوعية مواد البناء قديماً عن مثيلاتها في الوقت الحالي وكذلك اختلاف التصميمات الهندسية القديمة عن مثيلاتها الحالية. ويتم تجميع المعلومات الزلزالية التاريخية لنصف قطر يعتمد على خصائص المنطقة المحيطة بالموقع، وبصفة عامة فإن قيمة نصف القطر هذا تكون في حدود عدة كيلومترات .

أ ـ البيانات الزلزالية التاريخية

تتمثل البيانات الزلزالية في الشدة الزلزالية عند الإسقاط الرأسي للزلزال والشدة الزلزالية عند موقع المفاعل المقترح والخرائط الكنتورية متساوية الشدة الزلزالية للمنطقة وذلك طبقاً لمقياس مركالي المعدّل، بالإضافة إلى السعة الزلزالية بمقياس ريختر وكذلك إحداثيات الإسقاط الرأسي للزلزال وموقع البؤرة الزلزالية.

ب ـ البيانات الزلزالية من واقع الرصد الزلزالي (السيزموغراف)

يتم تجميع البيانات الزلزالية المسجلة بالمراصد في المنطقة المحيطة بالموقع. ومنذ أوائل الستينات يتم رصد جميع الزلازل بأجهزة السيزموغراف، ومن المعروف أن الزلازل الشديدة الشهيرة تم رصدها بالسيزموغراف منذ أكثر من سبعين عاماً.

ومن الضروري أن يتم تكثيف الدراسة الزلزالية بدراسات إضافية في بعض المناطق المعرضة للنشاط الزلزالي المعقد من الناحية الجيولوجية التركيبية وفي المناطق المتأثرة حديثاً بحركات أرضية لم تشهدها المنطقة من قبل، ويتمثل ذلك في إنشاء شبكة رصد زلزالي من أجهزة السيزموغراف عالية الحساسية يمكنها رصد بعض أنواع الزلازل منخفضة الشدة، على أن يتم تركيب هذه الأجهزة خلال نصف قطر يصل إلى عدة عشرات من الكيلومترات من موقع مفاعل القدرة المنشود.

ويتم تحليل البيانات الزلزالية التي يتم رصدها بواسطة هذه الأجهزة الحساسة لمعرفة نوعية حركية الأرض عند منطقة الموقع وحولها، على أنه ليس من المتوقع الحصول على نتائج إيجابية قبل عدة سنوات من الدراسة المستفيضة. وتتوافر البيانات الزلزالية لبعض الزلازل الشهيرة والمتميزة بشدة زلزالية مرتفعة تتراوح ما بين 6ـ9 على مقياس ريختر، ويمكن استخدام هذه البيانات للحصول على التصميم الهندسي لمفاعل القدرة.

البيانات الجيولوجية المطلوبة

أ ـ البيانات الإقليمية

الغرض من هذه البيانات هو معرفة الوضع التكتوني والحالة التركيبية الإقليمية حول موقع المفاعل المقترح. وتفيد هذه المعلومات في تصنيف المنطقة على أساس سيزمولوجي، وبناء على ذلك يمكن تحديد المخاطر الجيولوجية المحتملة للمنطقة.

وتتمثل البيانات الجيولوجية الإقليمية في تحديد خصائص صخور المنطقة من ناحية:

- الحالة الصخرية البترولوجية (متبلورة أو بركانية أو رسوبية أو فتاتية أو نهرية).
- إستراتغرافية المنطقة وحالة تتابع طبقات الصخور وامتداد سماكتها وأعماقها ومضاهاة الطبقات بعضها ببعض.
- التكتونية الإقليمية وبالأخص الصدوع.
- الإهتمام بجيومورفولوجية المنطقة لفائدتها في اكتشاف الحركات الأرضية الحديثة وتأريخ الصدوع المتواجدة.
- خصائص الظواهر التكتونية ونوعية التصدع، وبالذات الصدوع المنتمية للحقب الرباعي ـ الحديث.
- الجيولوجيا تحت سطح الأرض وذلك في حالة عدم تواجد مكاشيف للصخور. ويمكن إنشاء خريطة لصخور الأديم (الصخور غير المتأثرة بالتجوية) من واقع خرائط الجاذبية والمغناطيسية والسيزمية وتفيد هذه الخرائط في تحديد علاقة التراكيب تحت سطح الأرض بالزلازل التاريخية.

ب ـ البيانات الجيولوجية عند الموقع وفي المناطق المحيطة

يتوجب طبقاً لهذه المعلومات معرفة الفترات الزمنية التي استغرقتها الأحداث الجيولوجية المتعاقبة. وتفيد هذه البيانات في تقدير المخاطر الجيولوجية المتوقعة مثل ظاهرة الكهوف أو الهبوط الأرضي، كما تفيد في استخلاص درجة انتقال الموجات الزلزالية خلال الطبقات الجيولوجية للمنطقة.

إن العوامل الجيولوجية المحلية (خصائص التربة مثلاً) لها تأثير مباشر على حركية الأرض تحت مواقع المفاعلات ومن المعروف أن هذه الخصائص تقوم بتعديل التجاوب الجيولوجي لصخور الأديم الصلبة وأن سماكة التربة وخصائصها لها تأثير مباشر على النتائج التدميرية للأنواع المختلفة من الموجات الزلزالية.

ويمكن القيام بالدراسات التالية:

1 ـ استخدام المعلومات الجيولوجية والجيوفيزيائية وبيانات تسجيلات الآبار الجيوفيزيائية في تقدير السماكة والعمق وكذلك الخصائص الميكانيكية لطبقات الأرض.

2 ـ إنشاء الخرائط التركيبية (البنيوية) التي توضح الصدوع (المكشوفة والمدفونة) وأنواعها ودرجة ميلها وطول مضربها. كما يجب أن توضح هذه الخرائط علاقة الصدوع المحلية بالصدوع الإقليمية وبالأخص الصدوع النشطة والتي كانت السبب في الزلازل السابقة وبالذات الزلازل التاريخية المدمرة، ويمكن أن تتبع الدراسات الحقلية دراسات معملية .

ج ـ البيانات الجيولوجية المحيطة بالموقع المقترح

هناك نوعان من الدراسات وهما :

1 ـ دراسة جيومورفولوجية المنطقة (تعرجات سطح الأرض وميلها وحالة الجداول المائية والنماذج لعوامل التعرية ونوعية النباتات وحالة الصرف الهيدروجيولوجي) والتي يمكن أن تعكس الحالة الفعلية للجيولوجيا تحت السطح .

2 ـ إجراء مسح سيزمي إنعكاسي ضحل وانكساري قصير لتعيين سماكة وعمق الطبقات والسرعة السيزمية لها. ويجب التنويه بأن هذه الدراسات السيزمية تفيد في تعيين الإسقاط الرأسي للزلازل المسجلة لدى المراصد وفي تحديد أماكن التصدعات النشطة في حالة رصد التأثير الزلزالي المحلي .

3 ـ يتم تعيين الحركة الهارمونية للأرض بوساطة بعض أنواع السيزموغراف، ويتم ذلك بوضع الأجهزة على سطح الأرض أو بداخلها وتعيين التردد الطبيعي للأرض. كما يمكن التعرّف على نوعية الموجات الزلزالية الصادرة من الزلازل المحلية الضعيفة. وتفيد مثل هذه الدراسات في التحليل الديناميكي لموقع مفاعل القدرة المقترح .

4 ـ يتم القيام بدراسات ميكروسيزمية لتحليل الموجات الزلزالية المعنية .

التحليل الجيوتقني لموقع مفاعل القدرة

من المعروف أن المواد المستعملة في بناء المفاعل تمثل عبئاً على الطبقات الجيولوجية تحت المفاعل وأن الجهود الناتجة تصل إلى عدة مئات من الكيلوباسكال. وبالطبع إذا لم تتحمل الطبقات مثل هذا الضغط فقد يحدث انهيار، لذا يجب إجراء دراسات لأساس المفاعل عن طريق تنفيذ التحاليل التالية :

1 ـ تحاليل مخبرية لتحديد سمك وعمق وخواص طبقات الأرض الإستاتيكية والديناميكية تحت موقع المفاعل المقترح .

2 ـ تنفيذ جسّات أرضية متمثلة في أخذ عينات من التربة قليلة السمك .

3 ـ مدّ أنفاق أرضية في حالة الفشل في الحصول على معلومات من باطن الأرض بوساطة المسح السيزمي. وفي حالة إقرار الأنفاق فإنها تكون طولية ورأسية وقد تصل إلى عدة مئات من الأمتار .

4 ـ إجراء بعض الفحوصات حول الذبذبة، ومن المعروف أن المباني والأنظمة والمكوّنات التابعة للمفاعل تتأثر بالذبذبات الطبيعية لصخور الأرض تحت موقع المفاعل، ويمكن الحصول على نموذج معملي يوضح مدى تجاوب المفاعل وملحقاته عند حدوث زلزال ما. وتكمن الأهمية في ذلك في الحصول على صورة تعكس مدى ثبات طبقات الأرض تحت المفاعل في الظروف الزلزالية المتعاقبة على المفاعل وملحقاته .

الشرائح السيزموتكتونية

يتم تصنيف الشرائح السيزموتكتونية من واقع تشابه النشاط الزلزالي بداخل كل منطقة، وتكون جميع التراكيب المتواجدة في منطقة ما أو شريحة ما مندرجة تحت نفس الشريحة. وفي حالة الشك بأن أحد التراكيب يمثل امتداداً لتركيب آخر يعتبر التركيبان معاً تركيباً واحداً، وفي تلك الحالة فإن الشريحة السيزموتكتونية يجب أن تشمل كلا التركيبين .

ويعتبر التباين الواضح في معدّل النشاط الزلزالي مبرراً كافياً للتباين السيزموتكتوني ولتصنيف أوسع لعدة شرائح سيزموتكتونية. كما يعتبر التباين الواضح في أعماق البؤر الزلزالية (لعديد من الزلازل المتعاقبة) لمنطقة جغرافية واحدة مبرراً كافياً للحصول على عدة شرائح سيزموتكتونية .

ومن الضروري مراجعة الأبحاث المنشورة لكل شريحة سيزموتكتونية حتى تكتمل الصورة الجيولوجية لمواقع مفاعلات القدرة النووية .

تقدير إحتمالية حدوث أقصى حدة زلزالية لتركيب جيولوجي

يجب في هذا الصدد تجميع كافة البيانات الجيولوجية والسيزمولوجية المتعلقة بجميع التراكيب الجيولوجية من حيث الإمتداد الأفقي للتراكيب وقيمة الحركة واتجاهها، ويمكن تحديد الإمتداد الفعلي للصدوع من واقع الهزات التعاقبية للزلزال الرئيسي .

وفي بعض مناطق العالم يمكن اعتبار نصف طول مضرب الصدع كافياً، على أنه إذا تم استخدام هذه الطريقة فإنه لا بد من التسليم بأن سعة الزلزال تعتمد على أبعاد المصدر الزلزالي ودرجة هبوط الجهد، وبصفة عامة فإن درجة هبوط الجهد ليست معروفة ولكن يمكن تخمينها طبقاً لبعض الدراسات. ويمكن تحديد أقصى سعة زلزالية لتركيب ما بوساطة الدراسات الإحصائية بعد تجميع البيانات الزلزالية التي تعرّض لها هذا التركيب في فترة زمنية ما .

وفيما يتعلق بالحقب الرباعي فإن درجة انتشار الزلازل تعتبر دالة للسعة الزلزالية، وحينئذ فإنه يمكن مضاهاة كمية الإزاحة الناتجة من الزلزال بالعزم السيزمي وبالتالي بالسعة الزلزالية أو بأقصى نشاط زلزالي يمكن أن يتعرض له تركيب جيولوجي معين .

تقدير قيمة حركة الأرض عند موقع مفاعل القدرة

يمكن لهذا الغرض استخدام طريقتين تعتمد الأولى على الشدة الزلزالية والثانية على السعة الزلزالية :

أ ـ الشدة الزلزالية

يمكن استخدام هذه الطريقة عندما توصف الزلازل طبقاً للشدة الزلزالية عند نقطة الإسقاط الرأسي للزلازل. وفي هذه الحالة فإن معدل تدهور الشدة الزلزالية يمكن الحصول عليه من خرائط «متساوية الشدة» للزلازل التاريخية للمنطقة. ويتم حساب منحنيات تدهور الشدة الزلزالية من نقطة الإسقاط الرأسي لكل زلزال، ثم تعقد مقارنة بين كل منحنى للتدهور (عند موقع المفاعل) ومنحنيات التدهور (للشدة الزلزالية) لمناطق جيولوجية متماثلة تكتونياً مع المنطقة الجيولوجية الإقليمية لموقع المفاعل ومن ثم يتم حساب منحنيات التعجيل اللازمة .

ب ـ السعة الزلزالية

تعتمد هذه الطريقة على مقياس ريختر ويمكن تعيين التعجيل لمكونات الحركة الأرضية (أو السرعة) كدالة للسعة الزلزالية والمسافة من البؤرة الزلزالية (موقع نشوء الزلزال). وبصفة عامة تكون البيانات متناثرة جداً ويتم عمل متوسط حسابي يعتمد على درجة تناثر البيانات، بشرط أن تتوافر بيانات كثيرة من واقع الزلازل السابقة. ثم يتم استخدام أقصى درجة تعجيل أو سرعة لحركية الأرض عند الموقع المقترح .

ولا بد من التأكيد على أن المعلومات المستقاة من إحدى الطريقتين لا تمثل وصفاً كاملاً لحركية الأرض، إذ أنه من الضروري الحصول على الشدة الزلزالية والسعة الزلزالية وميكانيكية الحركة عند البؤرة والمسافة من البؤرة والزمن اللازم لانتشار الموجات الزلزالية، لذا فإن كل هذه البيانات مطلوبة للتصميم المثالي للمفاعل .

المعالجة الإحتمالية لتعيين حركة الأرض

المعالجة الإحتمالية البسيطة

يتم استخدام هذه الطريقة عند درجة احتمال منخفضة بحيث يكون من المستبعد حدوث نشاط زلزالي أعلى من هذه الدرجة، وفي هذه الحالة نحتاج لبيان بحركية الأرض والناتجة من زلازل تاريخية عديدة كدالة للشدة الزلزالية لكل زلزال .

وطبقاً لمنشورات الوكالة الدولية للطاقة الذرية فإنه يتواجد عدد من النماذج الرياضية للحصول على نموذج إحتمالي لحدوث الأنشطة الزلزالية. وفي هذا الصدد فإننا نفترض أن النماذج المأخوذة من عدة زلازل لمنطقة ما تتفق مع نموذج رياضي معين، وهذا الإفتراض يبسط كثيراً الحسابات اللازمة للحصول على نموذج رياضي يفي بالغرض .

وهناك طريقة تعتمد على افتراض علاقة بين السعة الزلزالية وعدد الزلازل وأنه لا يمكن افتراض سعة إنشاء قصوى لأي زلزال محتمل طبقاً للمعالجة الإحتمالية البسيطة .

وللحصول على درجة ثقة مرتفعة في حساب احتمال حدوث نشاط زلزالي لا بد من جمع معلومات لأطول فترة زمنية ممكنة. ويتم ذلك بالإعتماد على الوصف الكيفي في الأزمنة السابقة للرصد الزلزالي الدقيق بأجهزة السيزموغراف .

وهناك طريقة مبسطة للإستفادة من البيانات التاريخية، حيث يمكن الاعتماد على البيانات المرصودة بأجهزة السيزموغراف فائقة الحساسية والتي ترصد الأنشطة السيزمية الميكروزلزالية. وفي هذا الصدد يلزم الحرص حيث أن الموجات الميكروزلزالية تتجمع في فترات زمنية محدودة .

الزلازل الصناعية

يجب توخي الحذر من حدوث نشاط زلزالي ناتج من السدود الضخمة أو من البحيرات المائية الصناعية أو من خلال ضخ المياه أو النفايات في باطن الأرض. ومن المعلوم أن هذه الأنشطة الصناعية من فعل الإنسان تعدّل من موازين القوى بداخل صخور القشرة الأرضية وتحدث زلازل صناعية .

وعموماً فإن البعد البؤري لهذه الزلازل يكون ضحلاً وقريباً من المصدر الصناعي. وفي بعض الأحيان تكون السعة لمثل هذه الزلازل من البحيرات الصناعية تقارب درجة 6 طبقاً لمقياس ريختر. ولكن السعة الزلزالية من الضخ المائي في باطن الأرض تكون منخفضة بصفة عامة (من 2 ـ 3 على مقياس ريختر)، وبالطبع تفيد الشبكات الزلزالية في هذه المناطق لتقييم هذا النشاط الصناعي .

التصميم المتحرك لحركية الأرض

كما هو معروف فإنه يوجد مستويان من القوة للحركة الأرضية وهما طبقاً لتعريف الوكالة الدولية للطاقة الذرية (منشورات الأمان رقم 50 ـ س. ج. ـ س 1، الوكالة الدولية للطاقة الذرية ـ ڤيينا 1979)، حيث يفترض مستوى الخطورة «س 1» أن يكون تصميم المفاعل متحملاً أقصى حركة أرضية تحدث مرة واحدة خلال العمر الإفتراضي للمفاعل. وفي بعض الدول إذا تعرض المفاعل لمثل هذه الحركة فإنه يجب إعادة النظر في مسألة إستمرارية تشغيل المفاعل مرة ثانية. ومن المعروف أن التأثير الناتج من الحركة الأرضية يجب أن يحسب في جميع اتجاهات الحركة الأرضية المؤثرة على المفاعل .

وفيما يتعلق بمستوى الحركة الأرضية «س 2» (منشورات الأمان رقم 50 س ج ـ س 2، الوكالة الدولية للطاقة الذرية ـ ڤيينا 1979) فإنه يجب أن يكون التصميم مطابقاً للمواصفات القياسية الواردة في تشريعات الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية. ويؤخذ في الإعتبار أن مستوى "س 2" هو من الدرجة المرتفعة بما يعني أن أي احتمال لحدوث حركة أرضية تفوق هذا المعدل من الأحداث الزلزالية يعتبر ضعيفاً. وأن مستوى "س 2" يعتمد على الإشتراطات السيزموتكتونية بالإضافة إلى البيانات المستقاة من الزلازل التاريخية التي تعرضت لها الشريحة السيزموتكتونية لمفاعل القدرة النووية .

الكوارث المصاحبة للزلازل

تسبب الزلازل إنهيارات أرضية وتنتج من :

1 ـ الإسالة

تعتمد ظاهرة الإسالة على نوعية التربة ومستوى المياه الجوفية وقابلية جزيئات التربة لتتوافق الذبذبة الطبيعية لها مع بعض أطياف الموجات الزلزالية، ولتحديد إمكانية إسالة التربة فإنه يجب توافر البيانات التالية :

حجم حبيبات التربة وكثافتها والكثافة النسبية وقوة القص وتاريخ الإجهاد والزمن الجيولوجي للرسوبيات ومستوى سطح المياه الجوفية والمحتوى الذبذبي للموجات السيزمية المستعرضة .

ولفحص إمكانية الإسالة فإنه يجب تجميع البيانات من الحفر وإجراء أنفاق أرضية ومساحات جيوفيزيائية وبعض التحاليل المخبرية وكذلك التحليل السيزمولوجي، وإذا ثبت أن حدود الأمان غير متوافرة فإنه يجب غض النظر عن الموقع المقترح .

2 ـ ثبات الإنحدار

عند اختيار موقع لمفاعل القدرة يجب التأكد من ثبات الإنحدارات الصخرية والثلجية والجليدية وكذلك القطوع سواء أكانت طبيعية أو صناعية، كما يؤخذ في الإعتبار تواجد الجروف والسدود. ومن الضروري تقييم احتمالات الإنهيارات الجليدية بسبب النشاط الزلزالي من الفئة "س 2" المذكورة أعلاه.

وبغرض الدراسة المتأنية لتقييم المنحدرات ودرجة ثباتها لدرجة "س 2" الزلزالية فمن الضروري تجميع البيانات اللازمة حول: انتشار طبقات التربة المختلفة تحت المنحدر وبجواره وداخله، وبالنسبة للإنحدارات الصخرية يتم دراسة الشكل وعلاقة المنحدر بالشروخ والفوالق والتجوية، والخواص الإستاتيكية والديناميكية للتربة، ومستوى سطح المياه الجوفية، والأدلة السابقة لانهيار المنحدر.

3 ـ الهبوط الأرضي

يتم إجراء مسح جيولوجي سريع لبحث إمكانية الهبوط الأرضي (تواجد ينابيع أرضية تحت الموقع أو بجواره) أو تسرب نفطي أو نشاط منجمي بجوار الموقع ممّا يعتبر دليلاً على الهبوط الأرضي.

ومن الجدير بالذكر أن سحب المياه الجوفية يعتبر مصدراً خطيراً ومسبباً لحدوث هبوط أرضي ويجب ملاحظة التالي:

أ ـ مدى انخفاض سطح المياه الجوفية نتيجة للسحب خلال العمر الإفتراضي للمفاعل.

ب ـ التغيير التفاضلي في سطح المياه الجوفية وتأثيره تحت موقع المفاعل.

ج ـ الخواص الطبيعية الصخرية للخزان الجوفي للمياه وإمكانية تولّد ضغوط تفاضلية.

د ـ التغيير في معامل الإنضغاط للخزان المائي والذي يتسبب في توليد موجات قص سيزمية.

هـ ـ تعرّض خزان المياه الجوفية للشد وبالتالي ظهور تصدّعات من النوع العادي.

و ـ تواجد الصدوع في الخزان ممّا يؤدي إلى انخفاض مستوى المياه الجوفية.

ومن الضروري حساب معدل السحب (ماء أو بترول أو غاز) لتوضيح مدى تأثيره على سلامة الموقع. وتوجد حلول هندسية للمسببات أعلاه، وتعتبر المخاطرة بإنشاء مفاعل في مناطق معرضة لهبوط أرضي شديد أكيدة.

4 ـ الإنهيار

إن احتمال حدوث انهيار عند الموقع يمثل مخاطرة كبرى للأساسات وسلامة المبنى وتكمن في: وجود كهوف أرضية ناتجة من الذوبان النسبي للصخور الجيرية، ووجود فجوات هوائية بسبب الذوبان، وتواجد أعمال حفر صناعية.

ومن الضروري إجراء الدراسات التفصيلية التالية إذا ما توافرت أدلة عن احتمالات الإنهيار:

أ ـ مسح جيومورفولوجي وجيولوجي عن الطبيعة الصخرية حول وتحت الموقع لكشف الفجوات والكهوف الأرضية في صخور الحجر الجيري واحتمال الذوبان النسبي لطبقات الملح الصخري واحتمال تواجد الفوالق والتشققات الأرضية وامتداد وانحدار الطبقات.

ب ـ فحص أعمال الإنسان السابقة والحالية فيما يتعلق بتواجد الأنفاق الأرضية أو الممرات المنجمية الحالية والمهجورة وكذلك النشاط المنجمي خصوصاً بطريقة الذوبان وسحب السوائل تحت السطح.

كما يتم إجراء حفر لتقييم الخواص الصخرية والميكانيكية للطبقات ولاكتشاف الفجوات تحت سطح الأرض وإجراء مسح جيوفيزيائي للتعرف على التراكيب تحت السطح وتعيين الخواص الديناميكية للصخور ولاكتشاف فجوات تحت سطح الأرض. وتوجد حلول هندسية لبعض حالات الإنهيار لتقليل المخاطر الناتجة إلى حدود مقبولة.

أ. د. محمد ممدوح خطاب
كلية الهندسة
جامعة قناة السويس
واستشاري بهيئة الطاقة الذرية المصرية

إستخدام الإشعاع
في حفظ لحوم الأسماك والقشريات

مقدمـــة

تعـد الثروة السـمكية والحـيوانات البـحرية (ومنـها القشـريات) مصدراً مـهماً وأحـياناً رئـيسياً للتـغذية في الكثـير من دول العالم. ويزداد استـهلاك لحوم الأسـماك والقـشـريات سنوياً فـي العـالم بالإضـافـة إلى اللحـوم الحمـراء، وعادة ما تعـد الأولى أرخص من الثانيـة لكونها متوافرة بصورة طبيعيـة وتتمثل أهم تكاليفها في عمليات الصيـد والحفظ. وقـد وجدت معظم الدول المـتقـدمة في صـيد وصناعـة الأسـماك والأغـذية البـحرية البـديل عن الأغذية المحتوية على نسـبة عالية من الدهون والأحماض الدهنية المشبعة والكوليسترول والصوديوم والتي تسبب بصورة أو بأخرى مشاكل تغذية تؤثر في صحة الإنسان، بينما تعتبر الأسماك والأغذية البـحرية ذات أهمية متميزة نظراً لاحـتـوائـهـا علـى نـسـبـة مـعـتـدلة من البـروتين والفيتامينات والمعادن بالإضـافة إلى المحتوى المنخفض من السعرات الحرارية.

وتعد الأسماك القشرية (Shell food) وبالذات الجمبري (Shrimp) من المصادر الغذائية المرغوبة في أقطار عدة من الوطن العـربي، وتتوافـر هذه القـشريات خـلال فصـول معينة من السنة لذا فإن العناية بصيدها والحفاظ عليها من التلف تتطلب استـعمال بعض الأسـاليب العلمية والتـقنية المتطورة في تصنيع وحفظ الأسماك لأنها من أكثر المواد الغذائية قابلية للتلف وذلك لوجود نوع خاص من البروتين الذي تتغير صفاته الطبيعية والكيميائية في وقت قصير.

استـخدام التشعيع كتقنية حديثة في حفظ لحوم الأغذية البحرية

نظراً لعـدم إمكانية خـزن الأسمـاك والقشـريات في درجـة حرارة التـجمـيـد لمدة تزيد علـى سنة، فقـد فكّر البـاحثـون في البحث عن طريـقة حـفظ أخرى أقل تكلفـة وتطيل العمـر التسويقي لـلمنتج، لذا لجأوا إلى استـخدام الإشعاع في هذا المجال. وتتميـز طريقة الحفظ بالإشعاع بكونها سـريعة واقتـصادية ولا تسبب أي ضـرر ملحوظ للإنسان إذا مـا استخدمت الجـرعات المقررة دوليـاً. وقد بيّنت التجـارب التي أجريت منذ الخمـسينيات في جامـعة كولورادو بالولايات المـتحدة ومعـمل التغذية الطبـية في الجيـش الأمريكي عـدم وجود أية آثار فـسيـولوجيـة أو هستولوجية ناتجة عن تناول الأغـذية المعالجة بالإشعاع، كما لم تظـهر أورام سرطانية أو وراثية ناتـجة عن الأغذية المعـالجة بجـرعات تصل إلى 6 مـليون راد*. وفي مطلع الثمـانينيات ركّز الجيش الأمـريكي أبحاثه حول تشـجيع تناول الأغذية البـحرية البروتينـية، تجنباً لمـشاكل تكوّن الدهون في جسم الإنسـان، وحاولوا الحصـول على غذاء يحتوي على نسبـة عالية من البروتين ويكون بطيء التلف (يتحمل درجـة حرارة تصل إلى 45 م°)، وخفيف الوزن بحيث يكـون سهل الحمل من قـبل قوات التـدخل السريع الأمريكية وقد وجد الباحثون ضالتهم في القشريات.

التغيرات الميكروبيـولوجية في لحوم الأسماك والقشريات عند معالجتها بالإشعاع

أجـرى العلماء تجـارب وأبحـاث تدور حول إمكانيـة استخدام أشعة جاما في تشعيع الأسماك واستغلال قابلية هذه الأشعة في قتل الميكروبات وتثبيط عمل الإنزيمات.

وفي دراسـة أجريت حـول معـالجة سـرطان البحـر (الكابوريا) بجرعـة إشعاعـية من أشعة جـاما تبلغ 0,12 مليـون راد لوحـظ أن هناك انخـفـاضـاً في الـعـدد الكلي للبكتريا من $3x10^6$ خليـة/غـرام قـبل التـشـعـيع إلى $0,7x10^6$ خلية/غـرام بعد التشـعـيع، كما وجـد أن العينة المعالجة بالإشعاع يمكن خـزنها لمدة سبعة أيام في غرف مبرّدة في حين أن العينة غير المشععة تتلف بعد أربعة أيام من الخـزن في نفس الظروف. وأشـار كـل من داسـو و ميـاتشي (Dassow & Miyachi) إلى أن تعـريض سـرطان البـحر إلى جـرعة تتـراوح ما بين 0,2 ـ 0,3 مليـون راد

* الراد(rd) هو وحدة خاصة لقياسات الجرعة الممتصة، حيث 1 راد = 0.01 غراي.

تكفي للقضاء على 95 ـ 99٪ من البكتريا الموجودة قبل التشعيع. كما وجدا أن البكتريا المحبة للبرودة (Psychrophiles)، والتي تشكل 43٪ من العدد الكلي للبكتريا الموجودة على الأسماك قبل تشعيعها، ينخفض عددها إلى صفر تقريباً بعد تعريض سرطان البحر إلى جرعة إشعاعية تتراوح ما بين 0,2 ـ 0,4 مليون راد.

كما وجد أن المعالجة بالإشعاع للجمبري والدجاج خفضت من الحمل الميكروبي لهذين المنتجين ورفعت من جودة المنتج.

التغيرات الكيميائية التي تطرأ على لحوم الأسماك والقشريات عند معالجتها بالإشعاع

قام مياتشي في عام 1960 بدراسة تأثير أشعة جاما بجرعات متدرجة من صفر إلى 1,86 مليون راد، وقد ركّز اهتمامه على تحديد تأثير هذه الجرعات على نكهة الأسماك المخزونة في ظروف التبريد بعد التشعيع ولاحظ أن الجرعات التي تزيد على 0,7 مليون راد تظهر رائحة محترقة، لذا نصح باعتبار 0,7 مليون راد هو الحد الأقصى للمعالجة الإشعاعية لهذا النوع من الأسماك.

وقد أجريت دراسة في عام 1962 على الجمبري حيث تم تعريضه إلى جرعات إشعاعية بلغت 0,5 ـ 0,7 مليون راد ثم خزنه في درجة حرارة تبلغ 5 درجات مئوية، وأكدت نتائج الدراسة أن الجمبري احتفظ بصلاحيته للإستهلاك الآدمي لمدة 18 أسبوعاً.

وفي عام 1964 أرجع العلماء تغير نكهة الأسماك بعد معالجتها بالإشعاع إلى تكسر مركب (Adenosin tri phosphate) الموجود في العضلات إلى مركب الأينوسين. وقد وجد أن أفضل الجرعات المستخدمة في معالجة الأسماك بالإشعاع يجب أن تقل عن 0,6 مليون راد ويجب دراسة الجرعة المناسبة لكل صنف من الأسماك على حدة. وتبين في عام 1967 أن فيتامين B_1 حساس جداً للإشعاع وأن فيتامين B_2 يتأثر قليلاً أما النياسين فهو مقاوم نوعاً ما للإشعاع وأن فيتامينات B_6 و B_{12} تفقد 25٪ من فعاليتها عند التشعيع. كما أن الرطوبة تنخفض في الأغذية المعالجة بالإشعاع ويحدث تحلّل للجلسريدات الدهنية وترتفع قيم الرقم الهيدروجيني (pH) ولا تتحطم الإنزيمات لأنها تحتاج إلى جرعات إشعاعية تتراوح ما بين 5 ـ 10 أضعاف الجرعات اللازمة للقضاء على الميكروبات، لذا تستمر الإنزيمات بالعمل بعد موت الأحياء المجهرية وتسبب تلف الأغذية المعالجة بالإشعاع.

وقد قام العلماء في عام 1970 بإجراء دراسة حول الجمبري حيث استخدموا جرعات إشعاعية منخفضة (0,1 ـ 0,15 مليون راد) ثم خزنوه في درجة حرارة تتراوح ما بين 10 ـ 12 درجة مئوية فوجدوا أنه يتلف خلال فترة أربعة أيام. أما الجمبري المشعع بجرعات أكبر من 0,15 مليون راد والمخزّن في نفس درجة الحرارة أعلاه فإنه يتلف خلال 18 ـ 21 يوماً. كما وجدوا أن القواعد النتروجينية المتطايرة الكلية تبقى في مستويات منخفضة خلال فترة الخزن مقارنة بالجمبري غير المشعع، كما أن النسبة المئوية للرطوبة تنخفض قليلاً في المعاملات المشععة وترتفع الأحماض الدهنية الحرة نتيجة أن إجراء عملية التشعيع في وجود الهواء.

وأوضح موريس (Morais) في عام 1984 أن الجرعة الإشعاعية الدنيا لتعقيم الجمبري المعلّب هي 3,7 مليون راد للقضاء على سبورات Cl. botulinum. وذكر أن هولندا تستخدم جرعات بسترة تتراوح ما بين 0,5 ـ 1 مليون راد في تشعيع الجمبري لأغراض تجريبية.

الخلاصة

1 ـ يستخدم التشعيع بأشعة جاما في الوقت الحاضر في حفظ الأسماك والحيوانات البحرية وإطالة مدة خزنها بشرط تحديد الجرعة المناسبة لكل نوع من الأحياء البحرية، ومن المعروف أن المنظمات الدولية لا تسمح باستخدام أكثر من واحد مليون راد على النطاق التجاري.

2 ـ إن عملية حفظ الأسماك والقشريات تبدأ منذ لحظة الصيد لأن تبريد الأسماك والقشريات بعد صيدها من مياه البحر، مع إضافة الثلج، يساعد في وصولها طازجة للمصنع وعندها تبدأ المعالجة الإشعاعية بالجرعات المناسبة للحفاظ على خصائصها النوعية وإطالة مدة خزنها.

أحمد صالح ساجت
باحث علمي
منظمة الطاقة الذرية العراقية

استيراد الأغذية المعرضة للإشعاع في ظل واقع التشريع العربي

مقدمة

استيراد الغذاء هو عملية مستمرة بين الدول، وعادة ما تكون محكومة بقواعد صارمة، ومع ذلك فإن تلك القواعد غالباً ما تتعرض للخرق المستمر كما أن فضائح الغش الغذائي في زيادة مستمرة. ولم يكن مثل موضوعنا هذا يثير اهتماماً قبل أن تدخل تقنية التشعيع الغذائي حيز التجارة الدولية، إلاّ أن العمل بهذه التقنية مع ازدياد الحوادث النووية وضعف قواعد الأمان النووي جعل الإهتمام ينصبٌ على مسألتين هما الأغذية المشعْعة صناعياً والأغذية الملوثة بالإشعاع، وحولهما تدور هذه الدراسة القانونية.

المفهوم القانوني للغذاء ومعالجته بالإشعاع

لم يتوان بعض المشرعون عن وضع تعريف للغذاء ومن بينهم المشرع الجزائري في القانون رقم (367) لسنة 1990 (والمتعلق بوسم السلع الغذائية وعرضها)، حيث عرّفت المادة (2) منه السلع الغذائية بأنها (جميع المواد المخصصة لتغذية الإنسان والشاملة للمشروبات والألبان، وكذلك جميع المواد المستعملة في صناعة الأغذية وتحضيرها ومعالجتها باستثناء المواد المستخدمة في شكل أدوية أو مستحضرات تجميل فقط).

إذن فالمادة الغذائية لا يقصد بها فقط - على حسب التعريف المتقدم - تلك التي تعد للإستهلاك المباشر، بل يدخل في مفهومها، كل ما يتطلبه تصنيعها وتحضيرها ومعالجتها، وبذلك تكون الإشعاعات المؤينة إذا ما أدخلت على الغذاء — لغايات تصنيعية - صارت جزءاً منه مثلها مثل الأصباغ والمطيبات ... وغيرها.

وقد لا يمكن قبول الإستنتاج المتقدم ما لم تقاس الإشعاعات المؤينة على بقية المكملات - بما يتعلق بمعالجة الأغذية بالإشعاع صناعياً - في ظل التعريف، الوارد في المادة (1) الفقرة (1) من قرار وزير الصحة السعودي رقم 1428 الصادرفي 22/10/1385 هـ والتي جاء فيها (يقصد بلفظ غذاء أو مأكول أية مادة غذائية تستعمل للأكل وللشرب ما عدا الأدوية بما في ذلك التوابل والمواد التي تعطي للأكل لوناً أو نكهة أو رائحة).

لذا فقد يكون المعرّض للإشعاع ليس فقط المادة الأوّلية المكونة للمادة الغذائية، بل ومكمّلات إعدادها وتصنيعها وحفظها - سواء عُدّت من ضمن المواد الغذائية أم لا - تلك الإضافات التي ينبغي ألاّ تكون ضارة بالصحة أولاً وأن تكون مطابقة للمواصفات الفنية والصحية التي رسمتها الجهات المعنية ثانياً. وتشمل تلك المواد التي تضاف إلى الأغذية بقصد تلوينها أو تحسين مذاقها أو نكهتها أو حفظها أو تثبيت قوامها، أو لأي غرض آخر مسموح به من أغراض تصنيعها وتحضيرها وتعبئتها. وقد عرّفتها إدارة الأغذية والعقاقير في الولايات المتحدة الأمريكية (Food and drug administration) بأنها (مواد يؤدي استعمالها سواء بصفة مباشرة أو بصفة غير مباشرة إلى تغيير الخصائص النهائية للمادة الغذائية). وبذلك فهي تعد جزءاً من المواد الغذائية حين تدخل في تركيبها. أما قبل هذه المرحلة فلا يمكن أن تعد كذلك بصورة مطلقة، خصوصاً حين تكون المادة المضافة غير مخصصة لاستخدامها حصراً في إعداد المواد الغذائية، كالإشعاعات المؤينة.

جسم الإنسان والمواد المشعة

يحتاج الإنسان لكي يتمتع بصحة جيدة إلى ما لا يقل عن 45 إلى 50 عنصراً ومركباً غذائياً مختلفاً. وهناك علاقة بين الغذاء والصحة، لذا نرى أن حركات الدفاع عن البيئة تدعو باستمرار إلى ضرورة الإنسجام مع البيئة واستهلاك أنماط من الأغذية لم تعالج بواسطة مبيدات، علاوة على الوقاية من التلوث الذي يصيب المواد الغذائية.

ويحتوي جسم الإنسان بطبيعته على كميات ضئيلة من النظائر المشعة للعديد من العناصر المعدنية المكوّنة له، كما أن الأشعة المؤينة الداخلة للجسم تتفاعل مع المواد المكونة له وينتج عن ذلك تأينها.

وتتباين أجزاء الجسم في مسألة احتوائها على العناصر المشعة تبعاً للوظيفة الفسيولوجية التي يؤديها العضو في الجسم، فمثلاً يحتوي الجزء السفلي من الأمعاء (المنوط به امتصاص وإعادة امتصاص العناصر الغذائية المهضومة، قبل التخلص من الزائد منها) على أكبر تركيز من معظم العناصر الفلزية ومنها النظائر المشعة. كذلك يختلف تواجد أكبر تركيز من عنصر ما في جزء محدود من الجسم على طبيعة العنصر نفسه داخل الجسم، حيث نجد أن عنصر اليود لا يتواجد في أي جزء من أجزاء الجسم إلاّ في الغدة الدرقية فقط، وبالتالي تحتوي الغدة الدرقية على أكبر تركيز من النظائر المشعة لليود.

والمادة المشعة التي تدخل جسم الإنسان عن طريق تناول أغذية ملوثة بالإشعاع تستقر في جسم الإنسان وخصوصاً فيما يسمى بأجهزة الطرد، مثل الكلية والرئة والكبد. ويكون تأثيرها على هذه الأجهزة بالذات أشد خطراً، لذا لا يصح التهاون في قضية استيراد الأغذية من مناطق محتملة التلوث، وينبغي في كل الأحوال إجراء فحوصات مخبرية على عموم الأغذية المستوردة.

الأغذية المشعة

إن تشعيع الغذاء إنجاز هام ولا شك، وما يدلّ عليه هو ذلك الجهد الذي تبارت فيه المنظمات الدولية ذات الصلة بهذا الموضوع منذ الستينيات من هذا القرن، كمنظمة الصحة العالمية ومنظمة الزراعة والأغذية والوكالة الدولية للطاقة الذرية، وكذلك ما أصدرته اللجنة المتخصصة المنبثقة عن الهيئات الثلاث في العام 1980 على إثر المؤتمر الذي عقد في مقر منظمة الصحة العالمية، من تقرير يؤكد بأن الأغذية المشعة سليمة وخالية من الأضرار، وما تلى ذلك من نشاط قامت به منظمة الصحة العالمية عام 1992 حيث نظمت إجتماع للجنة المستشارين وانتهت لنفس النتيجة السابقة.

وقد تضاعف الإستخدام التجاري للأغذية المشعة، وخصوصاً مساحيق التوابل والتوابل النباتية، على الرغم من أن هذا الإستخدام لازال دون المستوى المستهدف. ولا تتجاوز خريطة هذه التقنية 24 بلداً في عموم العالم، في حين لا يتجاوز عدد المشععين التجاريين 50 مشععاً.

ومن السهولة بمكان أن تكون السلع الغذائية التي تعرضت للإشعاع غير صالحة للإستهلاك الآدمي، إذ يكفي عدم مطابقتها للمواصفات للقول بذلك. وعادة لا تثار مشاكل كبيرة بخصوص المواصفات التي تحكم إنتاج الأغذية المشعة لكونها محكومة بقواعد دولية صارمة. وحتى على فرض عدم التزام الجهات المنتجة بها فإن الجهات المستوردة من المفروض أن تكون أكثر حرصاً على الإلتزام بقواعدها. ويبقى الإشكال الأول الذي يتمثل في غياب أو ضعف النصوص التشريعية التي تحكم خصوصية استيراد الأغذية المعرضة للإشعاع وأن التوسل في عموم النصوص القائمة يظل دون المستوى المطلوب.

ويبقى التعويل على سعة الوصف القانوني للنصوص العقابية، ممّا يجعل هذه النصوص تستوعب كل الحالات التي لا تكون الأغذية عندها مطابقة للمواصفات المعمول بها، مثلما جاء في نظام مكافحة الغش التجاري الصادر بالمرسوم الملكي السعودي رقم (45) في 14/8/1381هـ (يحظر استيراد شيء من أغذية الإنسان ... أو من الحاصلات الزراعية أو الطبيعية أو الكيماويات يكون مغشوشاً أو فاسداً أو غير صالح للإستعمال...)، وعبارة غير صالح للإستعمال ـ شاهد على ذلك.

المعايير الدولية للأغذية المعالجة بالإشعاع

خضعت الأغذية المعالجة بالإشعاع لدراسات جادة قامت بها منظمات دولية كمنظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية والوكالة الدولية للطاقة الذرية، وقد حددت اللجنة المتخصصة المنبثقة عن تلك المنظمات والتي عقدت في مقر منظمة الصحة العالمية عام 1980 في تقريرها، بأن تشعيع أية مادة غذائية بمقدار 10 كيلو غراي في المتوسط لا يحتوي على أي مخاطر سمّية في الغذاء المعرّض على شرط عدم زيادة الكمية عن هذا المعدل وإلاّ اعتبرت المادة الغذائية مخالفة للإشتراطات الصحية.

وتعد المعايير التي وضعتها هيئةالدستور الغذائي (Codexs Alementarius Commission) التابعة لمنظمتي الأغذية والزراعة والوكالة الدولية للطاقة الذرية عام 1983 والتي تعرف في العادة بمعايير الكودكس (Codexs Standards)، هي المعايير المعتمدة على المستوى الدولي في ميدان التشعيع الغذائي.

هذا وقد أصدر الفريق الإستشاري الدولي المعني بتشعيع الأغذية سلسلة من النشرات تتضمن بعض المعلومات الوقائية في عام 1991 لشرح القضايا التي تهم المستهلكين والصناعات والحكومات.

وعادة لا يعد تشعيع الغذاء مبرراً ما لم يلبي حاجة تكنولوجية أو يخدم غرضاً صحياً، كما أنه لا يكون بديلاً للأغذية المصنّعة جيداً، ويراعى عند تطبيقه عدم تجاوز مستويات الجرعة المناسبة حتى لا يضر بالصحة العامة. ويجب أن تكون الأغذية المعدة للتشعيع ذات جودة عالية وحالتها متناسبة مع الغرض المنشود، أي صالحة للتداول قبل التشعيع وبعده. وإن كانت المواد معلّبة فينبغي أن يتوافر في مواد التعبئة والتغليف الإشتراطات اللازمة لحفظ الأغذية في ظروف ملائمة.

وينبغي احترام أسس التنفيذ المتبعة المقرّة من قبل اللجنة الدولية لدستور الأغذية، وأن تتم عملية التشعيع في ظل الظروف المتعارف عليها الواردة بأنماط العمل لتشغيل النظم التشعيعية الصادرة عن ذات اللجنة. وباختصار فإنه يجب أن تستوفي عمليات تشعيع الغذاء كافة الشروط اللازمة والمقرّة سواء ما يتعلق منها بالظروف التي يتم فيها التشعيع أو بوسائل التشعيع ذاتها أو أساليب التشعيع وضوابطه، ويعد نوع الإشعاع المستخدم أحد هذه الإشتراطات.

ونحن نعتقد بأن هذه المعايير إذا ما روعيت واحتضنتها التشريعات الوطنية فسوف تضمن نجاحاً لأي مشروع تشعيعي وستساهم في ازدهار التجارة الخارجية وتقلل من قلق المستهلكين وتسهل عملية الرقابة لأنها وليدة جهود علمية دولية محايدة بعيداً عن النزاعات الضيقة واللامسؤولة أحياناً.

ولكن يبقى السؤال المهم هو: هل يمكن أن تكون حدود الجرعة المسموح بها مقبولة فيما لو كانت المواد الغذائية ملوثة بمادة مشعة لأسباب أخرى غير التي نحن بصددها؟

لم تكون هذه المسألة محل اهتمام دولي قبل حادث تشرنوبيل 1986، وعقب هذا الحادث أوصت منظمة الأغذية والزراعة، وبمعاونة منظمة الصحة العالمية والوكالة الدولية للطاقة الذرية، باعتماد مستويات مقبولة من التلوث الإشعاعي فيما يخص الأغذية الداخلة في مضمار التجارة الدولية. ويعد الدستور الغذائي جزءاً من برنامج المعايير الغذائية المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية. ولأجل تنسيق التجارة الدولية ومنع طرح الأغذية غير الصالحة للإستهلاك البشري في القنوات التجارية، أقدمت هيئة الدستور الغذائي على تطوير أكثر من 237 معياراً من معايير السلع الغذائية، ووضعت ما يزيد على 40 خطاً توجيهياً ومدونة بخصوص إنتاج المواد الغذائية وتجهيزها، وذلك بالإضافة إلي اهتماماتها الدائمة الخاصة بإعداد الأغذية ونوعيتها ومسائل النظافة والسلامة والمواد المضافة، علاوة على وضع البطاقات المتعلقة بالبيانات وأخيراً التحليل وأخذ العينات.

الأغذية الضارة والخطرة على الصحة

لا تكون الأغذية صالحة للإستهلاك الآدمي ما لم تستوفي الشروط الفنية والصحية معاً، والتي تقرّها الجهات ذات العلاقة، وأن لا تترك ضرراً على صحة المستهلك، سواء أكان مباشراً أم غير مباشر، وقتي أم طويل الأمد، ولو كان بسيطاً. وتعد الأغذية ضارة بالصحة إذا احتوت على مواد غير مسموح باستخدامها صحياً أو يرقات أو ديدان أو حشرات حية أو ميتة أو بكتريا قولونية، أو كانت ملوثة بميكروبات أوطفيليات تسبب مرضاً للإنسان أو كانت ناتجة من حيوان مريض أو نافق أو امتزجت بالأتربة أو الشوائب، أو إذا تداولها شخص مريض بأحد الأمراض المعدية أو إذا احتوت عبواتها أو لفائفها على مواد ضارة بالصحة.

من هذا المفهوم بالذات نجد أن تلوث الغذاء بالإشعاع يعد مادة ضارة بالنظر لخطورته، ولكن ينبغي التذكير بأنه ليس كل غذاء يحتوي على مواد مشعة يعد ضاراً بالصحة وهنا ينبغي التفرقة بين ثلاثة افتراضات:

1 ـ قد يكون تلوث الغذاء قد حدث بآثار عرضية نتيجة الإستخدامات الذرية المختلفة، إضافة إلى التجارب النووية إذ يمر الإشعاع بدورة الحياة، فعن طريق الهواء والماء والتربة يصل إلى جسم النبات أو الحيوان، ثم يصل إلى جسم الإنسان الذي يتغذى على هذين المصدرين فيتركز في جسمه وهذا ما حدث بالفعل عقب حادث تشرنوبيل عام 1986.

2 ـ قد يكون التلوث الغذائي بفعل إجرامي متعمد حين يعمد أحد الأشخاص إلى تسميم غريمه بمادة مشعة يدسها له في طعامه، أو بصورة غير متعمدة كأن يترك أحد الباحثين غذاء معالجاً بمادة مشعة يجري عليه تجاربه فيأتي غيره ويلتهمه دون علمه.

3 ـ قد يحدث التلوث الإشعاعي للغذاء أثناء تصنيع الأغذية من أجل تحقيق المزايا التي سبق أن نظرنا إليها. وهذه الحالة هي الأكثر أهمية بل والأخطر من سواها والسبب يعود إلي أنها تمتزج بالنشاط المشروع في كثير من الأحيان، أي حيث ينحرف من يرخّص له بممارسة نشاط مشروع عن الصواب لتتحول السلعة الغذائية النافعة إلى مادة ضارة بالإنسان، وتحتمل هذه الفرضية العمد والخطأ معاً.

وطبقاً للفقرة (2) من المادة (1) من قرار وزير الصحة السعودي رقم 1482 في 22/10/1385 هـ، يعد الغذاء تالفاً إذا تغير عن حالته الأصلية أو إذا احتوى أو أضيفت له مادة أو لون يشكل خطراً على الصحة أو إذا كوّن من مادة حيوانية لحيوان مصاب بمرض أو ميت أو إذا كان الغذاء ملوثاً.

وقد بيّن القانون المصري الخاص بمراقبة الأغذية وتنظيم تداولها رقم (10) لسنة 1966 في المادة (4) منه ما يعد من الأغذية ضاراً بالصحة، ويمكن أن تكون هناك أكثر من فقرة من هذا النص تكيف وفقها الوقائع الإجرامية المتعلقة بالأغذية الملوثة بالإشعاع:

فقرة (2): إذا كانت تحتوي على مواد سامة تحدث ضرراً لصحة الإنسان...

فقرة (6): إذا احتوت على مواد ملوثة أو مواد حافظة أو أية مواد أخرى محظور استعمالها.

فقرة (7): إذا كانت عبواتها أو لفائفها تحتوي على مواد ضارة بالصحة.

وإذا ما انتهى بنا الأمر للقول بأن الأغذية الملوثة بالإشعاع أغذية قد تحمل ضرراً أكيداً للإنسان، إلاّ أن الأغذية المشععة صناعياً ليست كذلك متى ما كانت معالجتها منسجمة ومتطلبات التشريع الذي يحكمها.

حادث تشرنوبيل واستيراد الأغذية الملوثة بالإشعاع

شكّل حادث تشرنوبيل نقطة تحول في الإهتمام بتشريعات استيراد الأغذية وإن كان اهتماماً دون المستوى المطلوب وكمثال على ذلك القرار رقم (291) لسنة 1986، صادر عن رئيس مجلس الوزراء المصري، والمتعلق بتنظيم الرقابة على السلع الغذائية. وكان من مظاهر هذا القرار تشكيل لجان فحص ظاهري في منافذ الوصول تضم مندوبين عن وزارات الصحة والزراعة والتموين ومصلحة الجمارك والتجارة الداخلية والهيئة العامة للرقابة على الصادرات والواردات للتأكد من سلامة العينات والشهادات، وأخذ العينات وتحديد أمر حفظ الرسائل، علاوة على تشكيل لجان فحص معملي بموانىء الوصول من الأطباء البشريين والبيطريين لفحص وتحليل العينات، على أن ترفع هذه اللجان نتيجة عملها في ميعاد لا يتجاوز أسبوعين من تاريخ أخذ العينات. ويبلغ القرار لذوي الشأن خلال أسبوع من صدوره.

وشكلت لجنة عليا في أعقاب الحادث المذكور لمتابعة الموقف في وزارة الصحة، حيث انتهت إلى ضرورة فحص المواد الغذائية التي ترد إلى مصر إشعاعياً، كما أخطرت وزارة الصحة إدارات الموانىء بضرورة فحص رسائل الأغذية إشعاعياً قبل الإفراج عنها. وللتذكير فإن قرار وزير الإقتصاد والتجارة المصري رقم (191) لسنة 1986 قد حدّد الشروط الواجب توافرها في السلع المستوردة، كإشتراط شهادة من حكومة البلد المصدر مصادق عليها من السفارة المصرية هناك ـ تفيد خلو المواد الغذائية من الإشعاعات النووية ـ في حين أوكل لمندوب هيئة الطاقة الذرية مهمة التأكد من خلو المواد الغذائية من الإشعاعات النووية كشرط للإفراج عن الرسائل. وقد أعقب ذلك صدور أكثر من قرار سواء عن وزير الصحة أم وزير الإقتصاد حيث صدر عن الأخير قرار برقم (155) لسنة 1986 يتضمن إنشاء مركز للقياسات الإشعاعية في المنافذ الجمركية وإجراء إعادة تصدير المواد الغذائية غير الصالحة لبلد المنشأ. وقد كان هذا القرار عرضة للإنتقاد على أكثر من وجه لكونه لم يحدد جهة تحريك الدعوى العمومية ولم يحدد التجريم ولا العقاب وسمح بأن تعقب شهادة الصلاحية تصدير السلعة ولم يحدد حالات عدم الإعتداد بالشهادة ولم يجرم عدم صدقها، خاصة وأن إجراء إعادة التصدير يكاد أن يكون مستحيلاً.

يظهر ممّا تقدم أن السلعة الغذائية محكومة بالإشتراطات الوطنية ما لم يرغب المشرّع في مخالفة هذه القاعدة مثلما جاء في المادة (11) من القانون الجزائري رقم (2) لسنة 1989 المتعلق بحماية المستهلك (...دون الإخلال بأحكام المادة (3) من هذا القانون، يمكن صنع المنتج حسب معايير ومواصفات مشروعة في البلد الذي يوجه إليه، وعند الإقتضاء حسب الشروط المنصوص عليها في الإتفاقية المتعلقة بذلك...). وقد يكون من العسير

التوفيق بين الإشتراطات العامة الواردة في المادة (3) والإشتراطات الخاصة الواردة في المادة (11)، إذ تبدو الأخيرة كالإستثناء الذي يرد على عموم الأولى، إلاّ أن ما يسجل للمشرّع الجزائري، هي تلك العبارة الواردة في ذيل المادة (11) (... وعند الإقتضاء حسب الشروط المنصوص عليها في الإتفاقية المتعلقة بذلك...) .

الإهتمام الدولي بالسلع التي تضر بالمستهلك

صدرت قرارات متعددة من الجمعية العامة للأمم المتحدة بخصوص حماية المستهلك من المنتجات الخطرة والضارة بالصحة كالقرار (37/ 137) الذي أقر في الجلسة العامة للجمعية رقم (109) في 27/ 12/ 1982 والذي أشارت فقرته الأولى إلي عدم بيع أو استهلاك المنتجات في الخارج التي يحظر استهلاكها أو بيعها محلياً عن طريق الشركات أو المؤسسات أو الأفراد إلاّ عند استلام طلب لهذه المنتجات من البلد المستورد، أو عندما يسمح رسمياً في بلد الإستيراد باستهلاك أمثال هذه المنتجات. كما رجت الجمعية العامة في الفقرة (3) من قرارها أعلاه الأمين العام للأمم المتحدة، بمواصلة قيام الأمم المتحدة بتوفير ما ينبغي من معلومات ومساعدات من أجل تعزيز قدرات الدول النامية على حماية نفسها من استهلاك أو بيع المنتجات المحظورة أو المسمومة أو الخاضعة لقيود صارمة. كما رجت الأمين العام في الفقرة (4) من ذات القرار بأن يقوم بإعداد قائمة موحدة للمنتجات التي تحظر الحكومات استهلاكها أو بيعها والتي تسحبها أو تفرض عليها قيود صارمة واستكمال هذه القائمة بانتظام وإتاحتها في أقرب وقت ممكن .

كما أولى البرنامج الفرعي للوكالة الدولية للطاقة الذرية لعام 93 ـ 1994 اهتماماً إستثنائياً بقضية التشعيع الغذائي، وقد تركزت الجهود لإيضاح مدى فاعلية تشعيع الأغذية ذات الأهمية في الدول التي في طور النمو، والجدوى الإقتصادية والتقنية لهذه المعالجة .

ومن أبرز ما يميز البرنامج الفرعي للوكالة هو ذلك الفريق الإستشاري الدولي الذي يعنى بمسألة تشعيع الغذاء، والمؤلف من 37 بلداً، ويقوم بمهامه تحت لواء الهيئات الثلاث (الصحة العالمية، الأغذية والزراعة، الوكالة الدولية للطاقة الذرية) والذي يقوم بتمويل وتنفيذ برامجه مع إعطاء أولوية لوضع مبادىء توجيهية للسياسات، إضافة إلى القيام بالتدريب المتخصص للكوادر، وكذلك إصدار المعلومات الوقائية عن تشعيع الأغذية. وتأتي هذه المهام استكمالاً لمهام الوكالة الدولية للطاقة الذرية بشأن تشعيع الأغذية والتي ترتكز على ناحيتين هما البحوث الإنمائية ونقل التكنولوجيا .

مصلحة المستهلك أساس الإهتمام التشريعي

إن تحقيق الحماية القانونية يهدف إلى مصلحة الإنسان المستهلك ولا يشترط أن يتناول المستهلك ما يقتنيه لوحده، بل قد يشرك غيره معه به، جاء في المادة (2) من المرسوم التنفيذي الجزائري رقم (39) لسنة 1990 (المتعلق برقابة الجودة وقمع الغش) بأن المستهلك (كل شخص يقتني بثمن أو مجاناً منتجاً أو خدمة معدّة للإستعمال الوسطي أو النهائي لسد حاجته الشخصية أو حاجة شخص آخر أو حيوان يتكفل به) .

وإذا كانت المصلحة هي الحكم التقييمي الذي يسبغه صاحب الحاجة على الوسيلة التي تكفل إشباعها بصورة مشروعة، فإن العديد من التشريعات ذات الصلة بحماية المستهلك قد جعلت من صيانة هذه المصلحة هدفاً رئيسياً من أهدافها .

وعادة ما تكون تلك الحماية شاملة من حيث إحاطتها بكل المواد التي تعد للإستهلاك الآدمي، وكذلك محيطة بكل مراحل إنتاج السلعة، حتى وصولها ليد المستهلك. حيث جاء في المادة (1) منه ما نصه (يهدف هذا القانون إلى تحديد القواعد العامة المتعلقة بحماية المستهلك طوال عملية عرض المنتج و/أو الخدمة للإستهلاك دون اعتبار لنوعيتها ومهما كان النظام القانوني للمتدخل. إن عملية عرض المنتج و/أو الخدمة للإستهلاك تشمل جميع المراحل من طور الإنشاء الأوّلي إلى العرض النهائي للإستهلاك قبل الإقتناء من قبل المستهلك) .

حق المستهلك في غذاء سليم

إن الحق في الحصول على غذاء سليم واحد من حقوق الإنسان والحق في التغذية يتفرع عن الحق في مستوى معيشي ملائم والحق في الصحة ... الخ، وهذا ما أكدته المادة (25) الفقرة (1) من الإعلان العالمي لحقوق الإنسان لسنة 1948، إضافة إلى ما نصت عليه المادة (11) من الإتفاقية الدولية بشأن الحقوق الإقتصادية والإجتماعية والثقافية لسنة 1976 في الفقرة (1) منها، ونصت الفقرة (2) على أنه :

(تقوم الدول الأطراف في الإتفاقية الحالية إقراراً منها بالحق الأساس لكل فرد في أن يكون متحرراً من الجوع منفردة أو من خلال التعاون الدولي باتخاذ الإجراءات بما في ذلك البرامج المحددة والتى تعتبر ضرورية .

أ ـ من أجل تحسين وسائل الإنتاج وحفظ وتوزيع الأغذية وذلك عن طريق الإنتفاع الكلي من المعرفة التقنية والعلمية بنشر المعرفة بمبادىء التغذية وتنمية النظم الزراعية أو إصلاحها بحيث يحقق ذلك أكبر قدر من الكفاءة في التنمية والإنتفاع من الموارد الطبيعية .

ب ـ من أجل تأمين توزيع عادل للمؤن الغذائية في العالم تبعاً للحاجة مع الأخذ بعين الإعتبار مشاكل الأقطار المستوردة للأغذية والمصدرة لها) .

وعلى ذلك فإن الغذاء الملوث بالإشعاع إذا ما وضع كمادة للإستهلاك فإنه سيسلب المستهلك أكثر من حق من حقوقه، تبعاً للآثار الضارة والمتوقعة، ولكن لا تتعارض هذه الحقوق مع تقنية التشعيع الغذائي، خاصة إذا ما تمت وفقاً للأصول المتعارف عليها. ولكن يبقى من حق الإنسان المستهلك لها أن يعرّف بأن هذا الغذاء معالج بالإشعاع وله أن يختاره أو يرفضه. وإن ما يضمن له حقه هو عملية وسم السلعة، والذي عرّفته المادة (2) من المرسوم التنفيذي الجزائري رقم 367 لسنة 1990 المتعلق بوسم السلع الغذائية وعرضها بأنه (البيانات أو الإشارات أو علامات المصنع أو التجارة أو الصور أو الرموز المرتبطة بسلعة غذائية معينة أو الموضوعة على كل تعبئة أو وثيقة أو لافتة أو بطاقة أو ختم تكون ملازمة لهذه السلعة الغذائية أو متعلقة بها) .

ويعد الترخيص واحداً من الضمانات التي يحرص المشرّع على فرضها لصيانة حق المستهلك، من ذلك ما جاء في المادة (11) من القانون الأردني رقم (14) لسنة 1987 المتعلق بالطاقة النووية والوقاية الإشعاعية (باستثناء الحالات المرخّصة بمقتضى أحكام هذا القانون، لا يجوز لأي شخص القيام بعمل من الأعمال التالية : معالجة المواد الغذائية بالأشعة المؤينة وتداول المواد الغذائية المعالجة بتلك الطريقة بما في ذلك بيعها أو توزيعها أو استخدامها) .

دور جمعيات حماية المستهلكين

نظراً لخطورة المنتجات على صحة المستهلك إذا ما أسيء صنعها وتداولها فقد أنشئت نقابات واتحادات وجمعيات في بعض الدول المتقدمة لحماية مصالح المستهلكين وتتولى هذه المنظمات من باب حرصها على مصالح المستهلكين فحص المنتجات الصناعية الجديدة عن طريق معاهد علمية مرتبطة بها بعيداً عن رغبات المنتجين، س أجل لفت انتباه المستهلكين أو المستعملين لمزايا وعيوب هذه المنتجات، وفي العادة تكون لديها نشرات ومجلات لنشر ما توصلت إليه من نتائج، وكمثال على ذلك نذكر المعهد القومي للإستهلاك في فرنسا .

وقد أعطى المشرّع الجزائري في القانون رقم (2) لسنة 1989 (المتعلق بحماية المستهلك) الحق لجمعيات المستهلكين في رفع دعاوي أمام أية محكمة مختصة بشأن الضرر الذي لحق بالمصالح المشتركة للمستهلكين بقصد التعويض عن الضرر المعنوي الذي أصابها، وذلك في المادة (13) منه .

كما يمكنها ـ أي جمعيات المستهلكين ـ أن تقوم بدراسات وإجراء إختبارات مرتبطة بالإستهلاك، على نفقتها وتحت لواء مسؤوليتها، كما أن لها أن تنشر ذلك وحسب نفس الشروط في إطار المادة (23) من نفس القانون أعلاه.

ويبقى دور هذه الجمعيات ضعيفاً، ويعود السبب إلى انخفاض قدراتها المادية، علاوة على صعوبة حصولها على المعلومات المتعلقة بحماية المستهلك. ويقع على المشرّع مهمة تطويرها، لكونها لم تتساوى بجمعيات تقل عنها أهمية .

وعلى أية حال فإنه يمكن لهذه الجمعيات في ظل أصعب الظروف أن تقوم بدور متواضع في تبصير المستهلك وتوعيته للأخطار الناجمة عن استهلاكه لأنماط معينة من المواد الغذائية لا سيما المستورد منها .

كما يمكن للجمعيات ذات الصبغة الوطنية أن تعزز دورها بصورة فعّالة بانضمامها إلى جمعيات دولية تتطلع إلى نفس الأهداف، لكي تتخطى دورها التقليدي، خصوصاً حين يتعلق الأمر بالسلع المستوردة. وللتذكير فإن المادة (21) من قانون الجمعيات رقم (31) لسنة 1990 قد أجازت ذلك للجمعيات الوطنية بقولها (يمكن للجمعيات ذات الطابع الوطني وحدها أن تنضم إلى جمعيات دولية تنشد الأهداف نفسها أو الأهداف المماثلة مع احترام الأحكام التشريعية والتنظيمية المعمول بها) .

مسؤولية المتسبب عن عدم صلاحية المادة الغذائية

للسلعة الغذائية المستوردة بلد منشأ وبلد مستقبل، بل إن مسارها قد يشمل أكثر من بلدين، وهنا تظهر صعوبة تحديد المسؤولية أو الشخص المسؤول. إذ من المعروف أن المسؤولية تقع على عاتق المنتج، ولكن قد يتعدد المنتجون، كما قد يتعدد الموزعون أو ما يسمّون بالبائعين، وحتى على فرض تحديد المسؤول فإن تعيين القانون الواجب التطبيق والقضاء المختص - وهما من قضايا القانون الدولي الخاص - تشكل معضلات لا يستهان بها.

ومن الأهمية بمكان تحديد مسؤولية المستورد عن بضائع صنعت في الخارج، وفق مواصفات دولة أخرى غير الدولة مستقبلة البضاعة. وقد أثيرت فعلاً أمام القضاء الفرنسي جملة قضايا منذ زمن، وإذا ما اقتربنا أكثر من بعض الأحكام الصادرة عن هذا القضاء نجدها تقر في نهاية المطاف ما يلي:

- إن المستورد منوط به وحده التحقق من كون البضاعة مطابقة للقوانين واللوائح الفرنسية فإن لم يتحقق من ذلك عُدَّ سيء النية.
- إن المسؤولية عن المطابقة تقع على عاتق المصنع في داخل فرنسا. أما في خارج فرنسا فتقع على عاتق المستورد، وليس الصانع الأجنبي.
- وفي جانب من القضاء الفرنسي ما يبرىء المستورد من العقاب، إذا كان لم يتدخل في إحداث تغيير في مواصفات السلعة.
- وأخيراً فإن القضاء الفرنسي قد اضطر إلى التفرقة بين أن يكون المستورد قد اشترى البضاعة ليبيعها، وبين أن يكون مجرد سمسار.

وتتحدد مسؤولية المنتج في واحد من فرضين، إما أن يخطىء في الصناعة، أو لا يتوخى الحيطة والحذر في تنبيه المستهلك إلى المنتجات الخطرة بطبيعتها رغم سلامتها. ولا بد في جميع الأحوال أن يتخذ المنتج الإحتياطات اللازمة لوقاية المستهلك من خطرها وتحذيره، وفي الفترة التي تسبق تصريف المنتجات يكون المنتج حارساً على ما أنتجه، وهنا قد تثار مسؤوليته أيضاً على فرض أن السلعة التي نجم عنها ضرر بالغير كانت لازالت في مخازن تعود إليه. ولكن صفة الحراسة تنتهي بتصرفه بالمنتجات كبيعها.

ويتعرف المستهلك على المنتج من خلال الماركة التجارية، ويكون المنتج مسؤولاً أيضاً في هذه الحالة لأنه ارتضى بما قام به غيره.

مصير السلع الغذائية غير الصالحة للإستهلاك

على فرض أن السلعة الغذائية قد دخلت أرض الدولة ثم تبيّن أنها غير صالحة للإستهلاك أو مغشوشة أو فاسدة، وبالرجوع إلى نص المادة (4) من نظام مكافحة الغش التجاري السعودي، الصادر بالمرسوم الملكي رقم (45) في 14/8/1381 هـ، نجدها تنص على أنه (... يؤمر المستورد بإعادة تصدير هذه الأشياء خلال أسبوع من إخطاره بذلك ويجوز عند اللزوم مد هذه المهلة أسبوع آخر بقرار من اللجنة المركزية ... فإذا لم ينفذ المستورد الأمر في الميعاد صودرت الأشياء وأعدمت بغير مقابل...).

ويرد على هذا النص أكثر من مأخذ حيث أجبر المستورد على إعادة تصدير السلعة دون أن يترك له الخيار بين أن يعدم السلعة بنفسه أو يعاد تصديرها على نفقته، كما إن عدم استجابة المستورد يخول الجهات المختصة إعدامها على نفقتها هي، إضافة إلى أنه لم يفرّق بين أسباب التلف إن كانت قاهرة أم لا، كما أنه لم يميّز بين العمد وغير العمد، ولم يحمّل جهة الإدارة أية مسؤولية، ولم يشر إلى أي جزاء جنائي.

والنص المتقدم لا نجده يتطابق مع نص المادة (4) من قانون الغش والتدليس المصري رقم (48) لسنة 1941. إذ جاء فيه (... يجوز للسلطة المختصة أن تسمح بإدخالها في القطر وتداولها واستعمالها لأي غرض آخر مشروع، وذلك في خلال الأربع والعشرين ساعة من الطلب المقدم إليها وبالشروط التي يصدرها قرار وزاري وإذا رفض الطلب ولم يقم صاحب الشأن بإعادة تصديره للخارج في الميعاد الذي تحدده السلطة المختصة تعدم المواد أو العقاقير أو الحاصلات على نفقة المرسل إليه ويجوز أن تعين الحالات التي تعتبر فيها المواد أو العقاقير أو الحاصلات مغشوشة أو فاسدة ويكون ذلك بقرار وزاري).

وبيّنت المذكرة الإيضاحية لهذا القانون بأن الرسالة الغذائية عندما تكون صالحة لاستخدام ما غير استهلاك الإنسان والحيوان فيكون من الإجحاف تكليف صاحبها بإعادة تصديرها للخارج أو إعدامها.

ويبدو أن الحكم مقبولاً إذا ما نظرنا إلى مسألة غش السلعة وعدم احتوائها على ضرر، كأن تكون السلعة ذات جودة أقل ممّا هو مثبت في شهادة الإستيراد، ومن المفروض ألاّ تتهاون السلطات إزاء سلعة معاملة بجرعات إشعاعية تفوق المسموح بها. وليس بعيداً أن يقع الغش على سلعة من المفروض أنها معالجة بالإشعاع ثم يظهر الواقع خلاف ذلك.

على حين نجد المادة (10) من القانون الجزائري رقم (2) لسنة 1989 (المتعلق بحماية المستهلك) قضت بعدم السماح بعرض المنتج في السوق (... إلاّ بعد جعله مطابقاً تحت نفقة ومسؤولية مستورده الذي يتحمل مخاطر ذلك...) وأضافت الفقرة الأخيرة بأن (... تحدد عن طريق التنظيم كيفية بقاء المنتجات المستوردة في الموانىء والحدود وكذلك تأمين مطابقتها...).

وفي ظل القانون الجزائري - السالف - يبدو من الصعب إعمال الحكم القاضي بجعل السلعة الغذائية مطابقة للمواصفات، خصوصاً إذا كانت قد تعرّضت لجرعات إشعاعية تفوق الحدود المسموح بها، أو إذا كانت طبيعة المادة لا تتفق مع اشتراطات التشعيع، وعليه فإن إعمال هذا الحكم لا يتعدى الحالات التي لا تكون المادة صالحة للإستهلاك، لأسباب لا علاقة لها بماهيتها، مع ملاحظة أن المشرّع الجزائري قد ترك لجهات التنظيم حرية التصرف بالسلع محل الإشكال المذكور.

وهكذا ينوّع المشرّعون الخيارات أمام الجهات المختصة، بين أن تعدم السلعة على نفقة المستورد، أو على نفقة الجهة المختصة، أو السماح له بأن يوجهها وجهة أخرى غير الإستهلاك الآدمي أو الحيواني، أو السماح للمستورد بتعديل السلعة الغذائية بما يتلاءم والمواصفات المطلوبة.

ويبدو من العسير أحياناً التوفيق بين هذه الإجراءات والأحكام الجنائية القاضية بالمصادر العينية لمجرد المخالفة وفقاً للقواعد العامة، ففي ظل التشريع المصري، نجد أن الإجراء السابق بيانه هو الواجب العمل به دون القواعد العامة، باستثناء حالة الإعادة في حين اكتفى المشرع السعودي بعبارة (... فإذا لم ينفذ المستورد الأمر في الميعاد صودرت الأشياء وأعدمت بغير مقابل...).

وقد انفرد القانون الجزائري رقم (2) لسنة 1989 (المتعلق بحماية المستهلك) بتفصيل حكم هذه الحالة، حيث خولت المادة (19) الجهات المختصة التحقق من مدى مطابقة السلعة للمواصفات وفي حالة ما إذا تبيّن لها عدم صلاحيتها، يتم سحب البضاعة من طرف منتجها أو المتدخل الأقرب، من أجل جعل البضاعة مطابقة أو من أجل تغيير اتجاهها، على نفقة المتدخل الذي ارتكب المخالفة، دون الإخلال بالمتابعات القضائية والجبائية. وجاءت المادة (20) من نفس القانون لتبين كيفية التصرف بالسلع الخطرة على صحة المستهلك وأمنه، ويوم تستحيل المطابقة حيث تتخذ نفس الإجراءات الواردة في المادة (19) أعلاه، إضافة إلى إتلاف البضاعة، دون الإخلال بالتبعات القضائية المحتملة. وأجازت المادة (26) للسلطات المختصة المصادرة عند عدم المطابقة مثلما أجازت لها إتلاف المنتج على نفقة المتدخل المخالف ومسؤوليته في حين سمحت المادة (27) بغلق المؤسسة وسحب الرخصة والسندات الأخرى، وأحالت المواد (28، 29) من القانون أعلاه على قانون العقوبات لمن يخالف قواعد الإستيراد التي حددتها المادة (3) من نفس القانون، وكذلك في الحالات التي تتولد عن عدم الإلتزام بأحكام هذا القانون من عجز أو وفاة. وهكذا تبقى المصادرة متوقفة على عدم تحقق المطابقة، مثلما يبقى التساؤل مطروحاً عن الكيفية التي تطبق فيها القواعد السالفة على سلعة غذائية أضحت لسبب أو لآخر في عداد المواد الملوثة بالإشعاع.

الخاتمة

وخلاصة القول أن النظام التشريعي العربي لا زال عاجزاً عن تقديم حلول جذرية تتناسب مع مستوى الخطورة التي تخلفها الأغذية المستوردة المعرضة للإشعاع، كما لازالت تقنية التشعيع الغذائي غائبة عن أذهان معظم المشرّعين. ويمكن على كل حال الإستعانة بالجهود الدولية لخلق تشريعات وطنية عصرية، على أن يكون هناك اهتمام أكبر بالجانب الإجرائي بحيث تكون الرقابة فعّالة.

أ. باسم محمد شهاب
باحث في معهد الحقوق
جامعة وهران

المقتفيات النظائرية
في دراسات التربة وتغذية النبات

مقدمة

يعرّف المقتفي بأنه نظير مشع أو نظير مستقر يستعمل لفحص خصائص وسط يحوي مواد خاصة كالجزيئات والمعادن والكائنات العضوية أو أية مواد أخرى، وذلك بملاحظة سلوك المقتفي في النظام. وتدعى المادة التي تفحص أو تقتفي، بمادة الإقتفاء (tracer) . وتعتبر الميزة الأساسية للمقتفي هي إمكانية استعمال كميات ضئيلة جداً منه لمتابعة سلوك كميات كبيرة من نفس العنصر أو المركّب الذي يحوي نفس العنصر .

إن أساس المقتفي المثالي هو وجوب عدم اختلافه كيميائياً وفيزيائياً عن المادة المقتفاة وأن إدخاله يجب أن لا يغير من نظام التربة. وينطبق كل من هذين الأساسين بصورة مثالية على مقتفي النظير المشع أو المستقر. وتملك النظائر صفات كيميائية متماثلة وفيزيائية مختلفة قليلاً (اختلافات قليلة في الكتلة فقط)، ويمكن قياسها بسهولة من خلال قياس نشاطها الإشعاعي النوعي (Specific activity) بالنسبة للمقتفي المشع أو من خلال تقدير وفرتها (Abundance) بالنسبة للمقتفي المستقر. ويضيف إدخال المقتفي النظائري على العموم كتلة ضئيلة إلى النظام ولا يغيّر من ديناميكيته .

يُفترض أن يتصرف المقتفي بالضبط كما تتصرف المواد التي تُقتفى في النظام وأن لا يكون له تأثير على سلوكها. وبسبب اختلاف الأوزان الذرية للنظائر فإن معدّلات تفاعلها سوف تكون مختلفة بصورة متناهية في الصغر بحيث يمكن إهمال هذه الإختلافات في معظم استخدامات المقتفي. ويكون الكشف عن العديد من المقتفيات النظائرية حساساً بحيث تكون كمية المواد المضافة منها في التجارب صغيرة جداً مقارنة بالكمية الموجودة أصلاً ممّا يؤدي إلى اختلافات بسيطة جداً في النظام .

تخفيف المقتفي النظائري

تكون طريقة تخفيف المقتفي (Tracer dilution) مهمة في تقدير تبادل الكتلة لمادة في نظام معين. ويتضمن تخفيف النظير اختزال النشاط النوعي الذي يحدث في النظام كتبادلات نظير مقتفي مع نظائر أخرى. وإذا تعادل المقتفي في حجيرة من النظام معروفة جيداً، أمكن قياس كمية المادة في الحجيرة بإيجاد النشاط الإشعاعي قبل وبعد الإتزان .

الكشف عن مقتفيات النظير

يتطلب الكشف عن مقتفيات النظير أجهزة خاصة تزداد تعقيداً وتكلفة في حالة النظائر المستقرة عنها عندما تكون مشعة. وتُكشف النظائر المشعة بواسطة التأين أو تقنيات العدّ الوميضي سواءً أكان عدّ الوميض السائل أو الصلب. بينما تُكشف النظائر المستقرة عادة بوساطة مطياف الكتلة على الرغم من أن استعمال الإنبعاثات البصري أصبح معروفاً لقياس النتروجين المستقر (^{15}N) .

وميض السائل

يعد وميض السائل من أهم الوسائل التجريبية في البحث الزراعي لغرض التقييم الكمّي للنظائر المشعة، عندما يتركز الإهتمام بالنويدات الباعثة لإشعاعات بيتا، وقد امتدت التقنية لتشمل تحليل النويدات الباعثة لجسيمات ألفا وأشعة جاما الضعيفة والأشعة السينية. ويعود سبب شيوع عدّ وميض السائل إلى عدة مميزات منها :

- الكفاءة العالية في الكشف .
- تحسن تقنيات تحضير العيّنة .
- دقة القياس .
- إمكان استخدام مطياف الطاقة الذي يسمح بقياس أكثر من نويدة مشعة من خلال تقديرها عند مستوى الطاقة الخاص بها في المطياف .

وتستند تقنية عدّ وميض السائل على أن مواداً كيميائية عضوية تبعث وميضاً عندما تصطدم مع أشعة نووية. وهكذا فإن الوميض أو الفوتونات المنبعثة بوساطة المركّبات العضوية نتيجة للإثارة يمكن أن تتحول إلى إلكترونات مندفعه باستعمال المهبط الفوتوني وأنبوب مضاعفة الفوتونات، حيث تقاس أخيراً كنبضة إلكترونية.

وميض الصلب

يعتمد عدّ الوميض الصلب على ظاهرة تحدث عند امتصاص أشعة جاما المصطدمة مع مواد بلورية (الكاشف) ممّا يؤدي إلى انبعاث وميض أو ضوء مرئي من المواد الصلبة الماصة يمكن قياسه كمياً. ومن الكواشف المتبلورة واسعة الإنتشار يوديد الصوديوم NaI(Tl) وتعمل أيونات الثاليوم (Tl) كمراكز تنشيط في البلورات، حيث تحدث إزالة التهيج لطاقة أشعة جاما الممتصة والتي يعقبها انبعاث ضوء مرئي أو وميض. إن استخدام وميض الصلب لتحليل أشعة جاما يتطلب تحويل انبعاث الفوتونات المرئية للبلورة غير العضوية إلى نبضات فولطية كافية المقدار يمكن تسجيلها بوساطة مقياس كما في حالة وميض السائل.

طيف الكتلة والإنبعاث

من الممكن تحديد كميات ^{14}N و ^{15}N في عيّنة نتروجين باستعمال تقنيات قياس طيف الكتلة والإنبعاث. يشار إلى عدد ذرات ^{15}N في مجموع عدد ذرات النتروجين لعينة بالنسبة المئوية لذرة ^{15}N أو بالنسبة المئوية لوفرته. عندما تطرح النسبة المئوية لوفرة ^{15}N في النتروجين الطبيعي والبالغة 0.366٪ من النسبة المئوية لوفرة ^{15}N في العينة نحصل على النسبة المئوية لذرة ^{15}N الإضافية (^{15}N atom % excess) وتكون هذه النسبة مشابهة للنشاط النوعي (specific activity) لعينة مشعة. وعلى النقيض من أجهزة كشف الأشعة، والتي بوساطتها يمكن التقدير الكمي للنظائر المشعة فقط وليس العناصر الخاملة، يمكن لمطياف الكتلة أو الانبعاث إيجاد وفرة ^{15}N و ^{14}N في عملية واحدة.

المقتفيات في تغذية النبات

تبعث النظائر المشعة المستعملة بكثرة في دراسات خصوبة التربة وتغذية النبات أشعة بيتا أو جاما. حيث تخترق أشعة بيتا عدة مليمترات من الماء أو التربة أو النبات، وهذا يعني عدم كفاءة كشف هذه الأشعة في عينات كبيرة. ومن ناحية أخرى فإن أشعة جاما الأكثر اختراقاً يمكن قياسها خلال عدة سنتيمترات من مواد العينه. وخلافاً لأشعة بيتا، تحدث أشعة جاما عند طاقات معينة تسمح بتحديد نوع النظائر بوساطة مطياف أشعة جاما.

تتوافر النظائر السناسبة سواءً أكانت مستقرة أو مشعة لمعظم العناصر المهمة في دراسات خصوبة التربة وتغذية النبات. ويبين جدول رقم (1) بعض هذه النظائر وإمكانية استعمالها كمقتفيات. وعلى العموم تتميز النظائر المستقرة بعدم وجود خطر الأشعة وعدم فقد المقتفي بالإضمحلال الإشعاعي، بينما تتميز النظائر المشعة بحساسيتها العالية وتكلفتها المنخفضة.

جدول رقم (1)
المقتفيات النظائرية المهمة في دراسات التربة

النظير	النسبة المئوية للوفرة الطبيعية	عمر النصف	نوع الأشعة
النظائر المستقرة			
1 ـ النتروجين ـ14	99,634	–	–
2 ـ النتروجين ـ15	0,366	–	–
3 ـ البورون ـ10	19,7	–	–
4 ـ المغنسيوم ـ26	11,29	–	–
5 ـ البوتاسيوم ـ41	6,77	–	–
6 ـ النحاس ـ65	30,9	–	–
النظائر المشعة			
7 ـ الفسفور ـ32	–	14,3 يوم	بيتا
8 ـ الفسفور ـ33	–	24,4 يوم	بيتا
9 ـ النتروجين ـ13	–	10 دقائق	بيتا/موجب+جاما
10 ـ المغنسيوم ـ28	–	21,2 ساعة	بيتا + جاما
11 ـ الكبريت ـ35	–	87,9 يوم	بيتا
12 ـ البوتاسيوم ـ40	–	$1.26x10^{9}$ سنة	بيتا + جاما
13 ـ الكالسيوم ـ45	–	165 يوم	بيتا
14 ـ المنغنيز ـ54	–	303 يوم	جاما
15 ـ الحديد ـ59	–	45,5 يوم	بيتا + جاما
16 ـ الزنك ـ65	–	245 يوم	بيتا/موجب+جاما
17 ـ الروبيديوم ـ86	–	18,66 يوم	بيتا + جاما
18 ـ السيزيوم ـ137	–	30,0 سنة	بيتا + جاما
19 ـ السترنشيوم ـ85	–	64,0 يوم	جاما
20 ـ المولبدينوم ـ99	–	66,7 ساعة	بيتا + جاما

ومن الضروري السيطرة على خطر الأشعة عند استعمال النظائر المشعة أو التقنية الإشعاعية، ويجب أن تتخذ التدابير المناسبة عند التعامل الشخصي مع المواد المشعة. كما ينبغي أن تزود مساحة العمل بالتحذيرات المناسبة، وأن يكون ارتياد هذه المساحات محدوداً سواء أكانت مختبرات أو بيتاً زجاجياً أو حقلاً إلى أن يضمحل النشاط الإشعاعي إلى مستوى يقترب من النشاط الطبيعي. ويجب كذلك ردم النفايات المشعة بطريقة مناسبة، أما في حالة استخدام النظائر المستقرة فليس هناك ضرورة لتلك التدابير.

ويكفي مستوى نشاط إشعاعي أوّلي منخفض لتجنب الضرر البيولوجي للنظام التجريبي، ولا تزيد عادة فترة الكشف عن الأشعة على عشرة أنصاف عمر. لهذا فمن الضروري أن تكتمل تجارب خصوبة التربة أو تغذية النبات خلال هذه الفترة والتي قد تتضمن إتزان السماد مع التربة ومع نمو النبات وحصادها وتحليل مواد التربة والنبات. ويتحدد اختيار المقتفي المشع بما يلي:

- سهولة اندماج وارتباط المقتفي في مادة الإقتفاء.
- سهولة الكشف عن الأشعة المنبعثة وقياسها.
- عمر النصف المناسب من أجل المتابعة لمدة التجربة.

وتكون معظم النظائر المشعة المفيدة للدراسات الحقلية هي تلك التي يتراوح عمر النصف لها بين 10 و100 يوم. ويكون من الصعب إكمال تجربة مناسبة باستعمال نظائر مشعة قصيرة العمر أو تحديد الدخول إلى منطقة التجربة عند استعمال النظائر المستقرة ما عدا الفقدان الفيزيائي للنظير من النظام وتخفيف النظير إلى درجة يصعب معها تمييز نسبته عن النسبة الطبيعية الموجودة.

تكون حساسية دراسات المقتفي لمعظم النظائر المشعة عالية جداً لأن كل حدث إشعاعي يمثل تفكك (Disintegration) ذرة منفردة. ويكشف عادة عن نسبة 100٪ من التفكك بواسطة تقنية العدّ الحديثة.

وتكون حساسية الكشف عن النظائر المستقرة منخفضة نسبياً بسبب التحديدات التحليلية والتغيرات الطبيعية في وفرة النظير. ومن أجل تمييز عينة مخصبة بنظير النتروجين عن نتروجين المحيط يجب أن تكون وفرة ^{15}N في العينة خارج مدى التغيرات الطبيعية ومقدارها 0,366±0,004 وهكذا يكون تخفيف ^{15}N المسموح به في تجربة ما محدداً بـ 25000 مرة تقريباً بقدر وزنه. ويكون أقل من ذلك بالنسبة إلى ^{14}N أي مقتفي ^{15}N المستنفد (^{15}N- depleted tracer).

تكون تكاليف النظائر المشعة على العموم أقل من النظائر المستقرة. ولأن معظم النظائر المشعة يمكن إنتاجها بكميات كبيرة في مفاعلات نووية، تكون تكاليفها جزءاً غير مهم من تكاليف التجارب المتعلقة بخصوبة التربة وتغذية النبات. ومن النظائر واسعة الإستخدام في دراسات خصوبة التربة وتغذية النبات نظائر النتروجين والفسفور.

نظائر النتروجين

تشمل نظائر النتروجين المستعملة في الدراسات الحقلية النظائر المستقرة ^{15}N و ^{14}N والمشعة ^{13}N. وقد تركّز الإهتمام حول ^{15}N وأصبحت المواد المخصّبة بهذا النظير متوافرة. وساعد استخدامه على إنجاز تقدم واضح في مجال التعرّف على سلوك ومصير النتروجين في دراسة التربة والنبات. وفي فهم جميع عمليات النتروجين التي تتضمن التعدين والتثبيت وعكس النترجة والغسل والتثبيت البيولوجي والتثبيت المعدني وامتصاص النبات والتطاير.

وينبغي أن تؤخذ بعين الإعتبار علاقة تخصيب ^{15}N المستعمل في دراسات التربة والنبات بمحددات التحلل والقياس. حيث يصل الخطأ النسبي في بعض مطاييف الكتلة التجميعية المزدوجة إلى أقل من 0,05٪. ويتطلب من الناحية العملية عند استعمال أجهزة معظم مطاييف الكتلة التجميعية المنفردة تخصيب ^{15}N بنسبة تصل إلى حوالي 0,15٪ للأعمال الروتينية.

يتغير تخصيب ^{15}N الفعلي في دراسات التربة والنبات من حوالي 1٪ إلى ما يقارب 100٪ ويكون عادة في حدود 5 - 10٪ بالنسبة لمعظم اختبارات الجزء الخضري. ويكون التخصيب بنسبة 1٪ كافياً لإيجاد كفاءة نتروجين السماد الحقلي لموسم واحد فقط وذلك بتحليل الممتص من قبل النبات. ويشترط أن يمثل الممتص جزءاً مهماً من السماد. ويجب أن تستعمل نسبة عالية جداً إلى ^{15}N الإضافي في الدراسات التي تتضمن دورة النتروجين

كالتعدين والتثبيت والغسل وغيرها وتوزيع النتروجين أو توازنه لغرض التعويض عن تأثير التخفيف الكبير. فقد يفضل استعمال 10 ـ 100٪ ذرة إضافية من ^{15}N اعتماداً على طول وظروف التجربة.

لقد استعمل سماد ^{15}N المستنفد (من حيث الأساس 100 ذرة كنسبة مئوية إلى ^{14}N) في دراسات التربة والنبات. وتتوافر مواد بكميات كبيرة كناتج عرضي من تخصيب ^{15}N حيث يكون بالإمكان استخدامها في تجارب حقلية وعلى نطاق واسع. ويكون استعمال مواد ^{15}N المستنفدة على العموم محدوداً بموسم واحد أو في دراسات تتضمن حركة النتروجين المضاف من التربة إلى الماء. ومن جهة أخرى أمكن إيجاد توازن سماد النتروجين بعد ثلاث سنوات من التسميد المستنفد لـ ^{15}N وزراعة محصول الذرة الصفراء في تجارب طويلة الأمد. ويعود هذا إلى تراكم مواد ^{15}N المستنفدة في التربة والتي كان لها محتوى أوّلي من النتروجين معتدل (0,1) إلى مستوى قابل للكشف بوساطة مطياف الكتلة.

لقد استعملت التغيّرات في وفرة النظير الطبيعي للنتروجين في بعض دورات النتروجين والدراسات البيئية. ولكن تكون هذه التغيّرات قليلة وتقع عادة ضمن ±10 وحدات تغير ^{15}N، وقد تتغير خلال تعدين النتروجين. وتبعاً لذلك تكون المشاكل التحليلية وطرق العمل مهمة لتحديد مدى نجاح هذا المفهوم.

لقد استعمل النظير المشع ^{13}N في دراسات قليلة تضمّنت تثبيت النتروجين البيولوجي للأمد القصير وعكس النترجة. وتعد طريقة ^{13}N حساسة جداً وعالية الدقة ولكن قصر عمر النصف (الذي يبلغ 10 دقائق) يجعل استعماله مناسباً فقط في تجارب تستغرق عدة ساعات. فضلاً عن أن إنتاجه يكون مكلفاً جداً، حيث يتطلب توليد غاز ^{13}N في معجل وتقنيته لإزالة النظائر المشعة الأخرى المتكونة في حجيرة هدف المعجّل. لذلك يكون استعماله غير عملي في الدراسات الزراعية الروتينية.

نظائر الفسفور

هناك نظيران مشعان للفسفور هما ^{32}P و ^{33}P تكون مناسبة لدراسات التربة والمحاصيل، حيث يعد ^{32}P النظير الأول المتوفر المستعمل بصورة شائعة كمقتفي للفسفور. ومن الجدير بالذكر أن طاقة بيتا العالية لهذا النظير تجعله أكثر سهولة في الكشف من ^{33}P بتقنيات عدة التأين المتوفرة. وتزداد كفاءة الكشف لكلا النظيرين باستعمال عدادات الوميض السائل (Liquid scintillation counters) وتجعل الطاقة الأقل للنظير ^{33}P خطره الإشعاعي قليلاً، ولكن يسمح عمر النصف الأطول فترات أطول لنمو النبات. ويمكن الحصول على إستبانة (Resolution) أفضل عند التصوير الإشعاعي الذاتي باستعمال ^{33}P منه عند استعمال ^{32}P، وبتوفر هذين النظيرين يمكن استعمال تقنيات الترقيم الثنائي (Double Labelling techniques) في دراسات الفسفور.

امتصاص المغذيات

تمتص النباتات المغذيات من طبقة رقيقة لمحلول التربة المحيط مباشرة بجذور النباتات. وقد تكون تراكيز المغذيات في الجذور وفي التربة المحيطة أعلى أو أقل من تلك التراكيز الموجودة في كتلة التربة البعيدة عن الجذور. وتزداد التراكيز في التربة القريبة من الجذور عندما تصل المغذيات بسرعة أكبر من امتصاصها، وتقل عندما تصل المغذيات بسرعة أبطأ من امتصاصها. وبالطريقة نفسها، قد تكون التراكيز داخل الجذور قليلة جداً إذا انتقل المغذي بسرعة إلى قمم النبات، وقد تكون عالية إذا انتقل المغذي ببطء.

صنفت آليات امتصاص المغذي خلال جذور النبات إلى غير فعال (passive) وفعّال (active). وعلى العكس من الإمتصاص غير الفعّال، يعتمد الإمتصاص الفعّال على الأفعال الأيضية للنبات ويكون باتجاه واحد إلى حد كبير أكثر ممّا يكون عكسياً ويكون انتقائياً بدرجة عالية. وقد ساعدت مقتفيات النظير إلى حد كبير في توصيف آليات الإمتصاص، حيث أن الجزء من المغذيات الذي جرى امتصاصه من قبل النبات يمكن تقديره بسهولة بوساطة قياسات تخفيف النظير. وفي نفس الوقت تسمح الحساسية الكبيرة للمقتفيات المشعة بالقياس الدقيق لكميات صغيرة جداً من الإمتصاص الفعّال.

استخدمت مقتفيات النظير للتمييز بين مصادر المغذيات الموجودة في الجو والموجودة في التربة وذلك

بترقيم إحدى هذه المصادر (الأمونيا) بالنظائر. يتم ذلك عن طريق تعريض النبات إلى أمونيا مرقومة بالنظير ^{15}N في جو محكم الإغلاق ثم قياس مقدار امتصاص النبات للأمونيا .

ويكون من السهل عملياً ترقيم المحيط الجذري من المحيط الجوي لأن المحيط محكم الإغلاق ليس ضرورياً في حالة المحيط الجذري. كما أن استعمال الأجواء المرقومة بالنظير ^{15}N لإيجاد النتروجين المثبت فعلياً يجب أن يكون المعيار الأوّلي لتقييم عملية التثبيت .

وبينما تعدّ طريقة المحيط المرقوم بالنظير ^{15}N الطريقة الوحيدة المباشرة لقياس تثبيت النتروجين، يكون استعمالها غير شائع بسبب الصعوبات التجريبية .

جاهزية المغذيات

يعتبر تخفيف النظير هو الأساس في تقييم جاهزية المغذي من الترب والأسمدة. وأصبحت هذه الطريقة هي المرجع القياسي الذي يقارن بطرق الإستخلاص الكيميائي لتقدير جاهزية مختلف المغذيات .

ويفترض أن النبات سيمتص المغذي من مصادر مختلفة في نظام التربة والماء نسبة إلى الكميات الجاهزة من كل مصدر (التربة أو السماد المضاف). وفي النظام المثالي، لا يتفاعل المصدر المعروف مع التربة ويحافظ على نفس مصادر الجاهزية لفترات طويلة وفي أنواع مختلفة من التربة .

كفاءة الأسمدة المضافة

إن ازدياد تكاليف الأسمدة وضرورة تقليل التلوث البيئي دفع دراسات تحديد كفاءة الأسمدة المضافة إلى الأمام .

وبينما تستخدم تجارب السماد غير المرقوم لإيجاد امتصاص السماد من قبل النبات، توفر أسمدة المقتفي الوسيلة الوحيدة الأكيدة لتحديد كل من سلوك ومصير المغذيات المضافة، والتي تفترض أن العناصر المرقومة نظائرياً تتصرف بأسلوب مماثل لتلك العناصر غير المرقومة من الناحيتين الفيزيائية والكيميائية وأن النبات لا يميز بين نظائر العنصر .

ويفترض في حالة نظائر النتروجين المستقرة أيضاً، أن مكوّنات النتروجين الطبيعي النظائرية ثابتة. وتصح هذه الفرضية على العموم في معظم دراسات تخصيب ^{15}N.

تعتمد الإضافة المناسبة للسماد المرقوم على تزويد المغذيات في التربة وسلوك السماد وطبيعة المحصول والظروف البيئية وعوامل أخرى. ومن العوامل المؤثرة على الإستعمال الكفء للسماد تحت الظروف الحقلية موقع الإضافة وزمنها ومصدر السماد. وحيث يكون الفسفور غير متحرك نسبياً في التربة، تؤثر طريقة إضافته على الوصول إلى كفاءة مقبولة مقارنة مع النتروجين .

ونظراً لأسباب تتعلق بتكلفة المقتفيات النظائرية أو نصف العمر أو دقة وكفاءة القياس، استخدمت نظائر بديلة عن نظائر أخرى .

على سبيل المثال استخدم الروبيديوم ^{86}Rb بديلاً عن البوتاسيوم في الدراسات، نظراً لأن نظير البوتاسيوم المشع ^{42}K له عمر نصف يبلغ 12.4 ساعة فقط، ويكون استخدامه محدوداً كمقتفي سمادي في دراسات امتصاص المغذي. كما أن النظير ^{40}K طويل العمر والموجود في الطبيعة يكون غالي الثمن بحيث يكون استعماله مكلفاً، لذا أصبح ^{86}Rb موضع اهتمام كبير واستعمل كمقتفي سمادي بديل عن البوتاسيوم في دراسة نمو النبات والسلوك في التربة للأمد القصير والمتوسط. كذلك استخدمت نظائر السترنشيوم ^{85}Sr (باعث لأشعة جاما) و ^{89}Sr (باعث لإشعاعات بيتا) كمقتفيات بديلاً عن الكالسيوم ^{45}Ca (باعث لإشعاعات بيتا ضعيفة) في سلوك الكالسيوم في التربة وامتصاصه من قبل النبات .

د. علي عبد فهد
قسم التربة والمياه
منظمة الطاقة الذرية العراقية

أخبــار عـالميــة

فرنســا : الموافقة على بناء معملين للنفايات الإشعاعية *

وافقت الحكومة الفرنسية على بناء معملين تحت الأرض لبحوث النفايات الإشعاعية لغرض تقييم المواقع التي يمكن استخدامها كمستودعات جيولوجية عميقة للنفايات ذات المستوى الإشعاعي المرتفع. ومن المتوقع أن يكون أحدهما من الجرانيت والآخر من الطفل، وأن يتم بناؤهما غالباً في بيور (Bure).

ووفقاً للتشريعات الفرنسية فإنه من المتوقع أن يقوم البرلمان بالإختيار النهائي للموقع بحلول عام 2006.

وقد قررت الحكومة أيضاً تكوين هيئة مستقلة للأمان النووي وذلك من خلال فصل معهد الوقاية والأمان النووي عن لجنة الطاقة النووية بموجب قانون جديد.

الولايات المتحدة : جاكسون تغادر لجنة التنظيم النووي في يونيو *

سوف تغادر السيدة شيرلي آن جاكسون مقعدها في لجنة التنظيم النووي (NRC) في يونيو 1999 بعد أن أتمت فترة رئاستها لمدة أربع سنوات. وسوف تتسلم مهام منصبها الجديد كرئيسة لمعهد رينسلاير للفنون التطبيقية المتعددة (Rensselaer Polytechnic Institute) في تروي بمدينة نيويورك.

وقد عملت السيدة جاكسون، المتخصصة في الفيزياء النظرية، كرئيسة للجنة التنظيم النووي منذ 1 يوليو 1995. حيث ترأست اللجنة في حقبة كانت اللجنة تبحث فيها عن إيجاد مجال لتحمّل عبء إصدار بعض التشريعات الخاصة بالمنشآت النووية، كما جرت في تلك الفترة الموافقة على العديد من التصاميم المتقدمة للمنشآت النووية.

وفي حين كانت تلك المبادرات ناجحة، كان على السيدة جاكسون التعامل مع مشكلة عيوب الأمان في محطة ميلستون النووية في كونيكتيكات والتي قادتها إلى إعادة تنظيم اللجنة من جديد.

بلغاريا : المزيد من الوقود لإعادة المعالجة في منشأة ماياك *

تم تحديد موعد إرسال شحنة ثانية مكونة من 240 حاوية صغيرة من الوقود النووي المستهلك من منشأة كوزلودوي النووية في بلغاريا إلي منشأة ماياك في شمال سيبريا لإعادة المعالجة في بداية عام 1999. وتبلغ بطاقة السعر لإعادة المعالجة وحدها، باستثناء مصاريف التأمين والنقل، 18,7 مليون دولار أمريكي. وقد أرسلت بلغاريا فيما بين عامي 1979 و1988 إحدى وعشرين شحنة من الوقود النووي المستهلك إلى منشأة ماياك. وقامت روسيا بمعاملة الوقود النووي المستهلك على الأساس المسمّى قيمة الصفر "Zero Value" بافتراض أن قيمة البلوتونيوم واليورانيوم المستخلصة من الوقود غطت مصاريف إعادة المعالجة. وبعد الإنهيار السوفيتي بدأت منشأة ماياك في طلب المال من أجل القيام بإعادة المعالجة، وعندما أوقفت بلغاريا إرسال شحناتها. ومع ذلك ففي نوفمبر 1997، عندما واجهت بلغاريا نقصاً في مرافق تخزين الوقود المستهلك المقامة في نفس الموقع، كانت مضطرة لتجديد العقد مع روسيا.

وفي منتصف سبتمبر 1998 غادر القطار الأول المكوّن من ثماني عربات منشأة كوزلودوي حاملاً 240 مجموعة وقود مستهلك من مفاعلات (VVER-440) مختومة في حاويات. ودفعت بلغاريا 640 دولاراً أمريكياً لكل كلغ من الوقود الذي تعاد معالجته في مايك، فكانت التكلفة الإجمالية 18,7 مليون دولار أمريكي بالإضافة إلي التأمين ورسوم عبور مولدوفا. وفي الوقت الحاضر يتم الإحتفاظ بمجموعات الوقود المستهلك من منشأة كوزلودوي في نفس الموقع في وحدات تخزين رطبة بصفة مؤقتة، وذلك بسبب امتلاء وحدات التخزين الخاصة بوقود المفاعلات من نوع (VVER-440) ولا يزال هناك متسع لتخزين الوقود الخاص بالمفاعلين من نوع (VVER-1000s). وبدون إرسال الشحنات إلى روسيا فإن وحدات التخزين على الموقع ذاته سوف تمتلىء تماماً بحلول عام 2001.

وحتى لو تم حلّ هذه المشكلة فإن بلغاريا ربما تواجه أعباء أكثر حدة في المستقبل. فقد اقترح آنفاً السيد يفغيني آدموف وزير الطاقة النووية الروسي زيادة سعر إعادة المعالجة من 620 دولاراً إلى 1000 دولار لكل كلغ من الوقود. ومن الجدير بالذكر أن بلغاريا هي إحدى الدول الأربع المستمرة في شحن الوقود المستهلك إلى منشأة مايك، والدول الأخرى هي

---

* مترجمة عن مجلة "Nuclear Engineering International" عدد يناير 1999.

جمهورية التشيك وسلوفاكيا وأوكرانيا. وفي عام 1995 قررت فنلندا بناء وحدة تخزين للوقود النووي المستهلك في منشأة لوڤييزا النووية السوڤيتية التصميم. أما هنغاريا فهي على وشك إيقاف الشحنات عندما تنتهي من بناء وحدة التخزين الجافة الجديدة، ولكنها تخطط لاحتمال إرسال شحنة أخيرة في العام القادم.

وبحلول 31 مارس من عام 2000 سيكون محتماً على لجنة الحكومة البلغارية للطاقة بالتعاون مع الأكاديمية البلغارية للعلوم إعداد إستراتيجية قومية للإدارة الآمنة للوقود النووي المستهلك والنفايات المشعة على مدى السنوات الخمسين المقبلة.

إعتقال محتجين

تم إعتقال ثلاثة محتجين، من ضمنهم ڤلاديمير سليڤياك رئيس حملة معارضة النووي (Anti-Nuclear Campaign) التي يتبناها اتحاد الإجتماعيين البيئيين، في موسكو في يوم 9 ديسمبر 1998 بعد أن قاموا بنشر راية أمام وزارة الطاقة الذرية مكتوباً عليها «لا للمزيد من النفايات النووية» وذلك أثناء انعقاد اجتماع حول جلب المزيد من الشحنات البلغارية من الوقود المستهلك إلى روسيا. وقد تم إطلاق سراح المعتقلين الثلاثة بعد تغريمهم من قبل محكمة مقاطعة موسكو بسبب تنظيمهم لعمل بدون إذن السلطة.

روسيا: ميناتوم تتحرى عن روزينرغوأتوم*

قامت وزارة الطاقة الذرية الروسية رسمياً بتكليف السيد يوري سكوراتوف الرائد العام لمراجعة الحسابات المالية في روزينرغوأتوم بغرض استعادة أية اعتمادات مالية لم يتم صرفها في المجال المقصود. وقد صرّح السيد يفغيني آدموف في مؤتمر صحفي بموسكو قائلاً: «نحن متأكدون أنه قد تم تحويل كميات كبيرة من الإعتمادات المالية الناتجة من عمليات إنتاج الكهرباء». وعلى هذا الأساس كلّف سكوراتوف بفحص الإختلاسات لملايين الدولارات من روزينرغوأتوم.

واتهم آدموف الموظفون الرسميون في روزينرغوأتوم بسرقة الأموال باستعمال تعاملات مقايضة معقدة وكمبيالات بدلاً من الدفع النقدي. وقال «إن الجزء الأكبر من الأموال لم تتم تسويته، لقد اختفى ببساطة داخل مستنقع تعاملات المقايضة اللانهائية».

وتنتج منشآت القدرة النووية التابعة لروزينرغوأتوم 16٪ من كهرباء روسيا، ولكن أقل من 7٪ من التعاملات تم الإتفاق عليها بالدفع النقدي، أما البقية فعبارة عن تعاملات مقايضة ممّا يجعل تتبع القيم المالية المتضمنة أمراً صعباً للغاية. ومع ذلك فقد قال آدموف أن هناك دلائل وثائقية تشير إلى أنه بعد مراوغة الإدارة في روزينرغوأتوم تم تحويل الإعتمادات المالية بشكل مقصود من المنتجين.

وفي الوقت الحالي تحسّن الموقف باتباع إتفاقية تم التوقيع عليها منذ شهرين من قبل روزينرغوأتوم ونظام الطاقة الموحّد (UES) ومؤيدة من قبل ميناتوم ووزارة الوقود والطاقة الروسية. وتعيّن هذه الإتفاقية آليات استلام وتوزيع الأجور المدفوعة مقابل الكهرباء عن طريق كيانات مختلفة، حيث أثبتت فعاليتها في خفض متأخرات الأجور.

روسيا: إنتاج اليورانيوم 2000 طن في عام 1998*

صرّح ممثلون عن مركز جيولوجورازڤيدكا في الندوة السادسة للجيولوجيا والتعدين حول الموارد الطبيعية CIS، والتي عقدت في ولاية بيترسبورغ بأن روسيا أنتجت 2000 طن من اليورانيوم في عام 1998، وهي حوالي نفس الكمية التي أنتجت في عام 1997. وفي ذلك العام استخدمت المفاعلات النووية الروسية، التي يبلغ عددها 29 مفاعلاً، حوالي 3800 طن من اليورانيوم. وقد استخدم اليورانيوم من المخزون الإحتياطي لتعويض القصور وكذلك للتصدير. وتم تصدير حوالي 2200 طن من اليورانيوم إلى المنشآت النووية في أوربا الشرقية، وذلك تطبيقاً للإتفاقيات السوڤيتية القديمة. وقد طوّرت رابطة بريارغونسكوي للتعدين وإنتاج الكيماويات، المنتج الوحيد ليورانيوم التشغيل في روسيا، حقل الخامات في زبايكالسكي الذي يتضمن 16 منجماً تحتوي على 171000 طن من رواسب اليورانيوم، والتي يمكن الحصول عليها من تلك المناجم بنسبة 43٪ بشكل مربح إذا تم بيع اليورانيوم بسعر 40 دولاراً أمريكياً على الأقل لكل كلغ. وتتراوح الأسعار العالمية حالياً ما بين 38 ـ 42 دولاراً أمريكياً.

ووفقاً لجيولوجورازڤيدكا فإن الإنتاج السنوي لعشرة آلاف طن من اليورانيوم، والذي تهدف ميناتوم إلي بلوغه في عام 2010، لا يمكن الوصول إليه بدون إنشاء مراكز حديثة للمعالجة.

غواصات نووية للإمداد بالطاقة*

بدأت ثلاث غواصات نووية من أسطول المحيط الهادىء، المنتشر حول شبه جزيرة كامتشاتكا، في إمداد مدينة ڤيليتشنسك بالكهرباء. وقد تم اكتشاف إمكانية استخدام السفن النووية للأسطول في إمداد المدن بالكهرباء في أوائل هذا العام عندما أصيبت "Maritime Territory" بأزمة نقصان في الطاقة وأصرّت الإدارة المحلية على استخدام المفاعل النووي للسفينة "Ural" لهذا الغرض. وقد تم تنفيذ هذه الفكرة حالياً على كامتشاتكا.

ترجمة : م. نهلة نصر

الولايات المتحدة الأمريكية : قسم الطاقة الأمريكي يعد بياناً عن التأثيرات البيئية للبلوتونيوم -238 ***

في الخامس من أكتوبر لعام 1998 أعلن قسم الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية عن مخططاته لإعداد بيان عن التأثيرات البيئية وذلك قبل إنتاج البلوتونيوم -238 للإستخدام في أنظمة طاقة متطورة بالنظائر المشعة لمهام فضائية مستقبلية. وسوف يتم إنتاج البلوتونيوم -238 في المفاعل البحثي المتقدم بجوار شلالات إيداهو في إيداهو أو في مفاعل Fast Flux Isotope في أواكريدج ـ تنيسي أو في منشأة Fast Flux البحثية (FFTF) في موقع هانفورد في واشنطن .

وقد أفاد قطاع الطاقة بأن تشغيل هذه الأخيرة بمفردها لإنتاج البلوتونيوم -238 عملية غير إقتصادية إلاّ أنه في حالة إعادة تشغيلها لأغراض أخرى فإن هذا الخيار سوف يكون معقولاً .

الولايات المتحدة الأمريكية : إنشاء اتحاد لمنشآت نووية**

شكل أربعة من مشغلي المنشآت النووية في كل من ميدوست وويسكونسين للقوة الكهربائية وويسكونسين للخدمات العامة ومؤسسة الطاقة بين الولايات إتحاداً يهدف إلي تخفيض تكاليف كل منهم .

وسوف تمكّن هذه المحطات التي تشغل مع بعضها سبع منشآت نووية في خمسة مواقع مختلفة صانعي الإتحاد من الإنتفاع من الخبرات المتنوعة للعاملين في هذه المنشآت ومن تحسين المردود والثقة في النوعية وكذلك تقوية وزيادة كفاءة التشغيل والحفاظ على مستويات أمان مرتفعة. وتبلغ القدرة الكلية للمنشآت النووية السبع أكثر من 3650 ميغاواط / كهرباء .

ويتم حالياً تنظيم فرق عمل للتعاون في بعض المجالات كإدارة الوقود وإدارة المخزون والقيام ببعض المبادرات لعام 2000 ولتبادل المعلومات وإعداد برامج للتقييم الذاتي. وفي حالة ما إذا تم تحقيق الأهداف والفوائد المرجوة فسوف يمكن للمؤسسات أن تعمل بشكل مشترك في مجالات أخرى .

وتشبه مجموعة الميدوست مجموعة من الإتحادات التي شكلها مشغلو المحطات النووية في مناطق أخرى من الولايات المتحدة بهدف تقاسم مصادر العمل والفنيات المختلفة ولتعلّم أفضل أساليب العمل وتقليل الإعتماد على المتعاقدين الأجانب وتفعيل النشاط وشراء قطع الغيار المحلية .

بريطانيا : مقارنة بين تلوث محطة سيلافيلد وتشرنوبيل**

وصفت BNFL إدعاءات حركة السلام الأخضر بأن المنطقة المحيطة بمنشأة سيلافيلد لإعادة المعالجة والواقعة في كومبريا في الشمال الغربي لبريطانيا أكثر تلوثاً من الثلاثين كيلومتراً المحيطة بمنطقة تشرنوبيل التي اعتبرت كمنطقة محظورة بأنها إدعاءات مخيفة ومثيرة للذعر. وقد ادعى السلام الأخضر أن عينات التربة المأخوذة من المنطقة المحظورة الواقعة حول تشرنوبيل لديها نسب من الأمريسيوم -241 تقل بـ 400 مرة عن العينات المأخوذة من نهر إيسك والذي يبعد بمسافة 11,5 كلم عن موقع سيلافيلد، كما أن عينات أخرى أثبتت وجود نسب أعلى من الكوبلت -60 حول سيلافيلد وكذلك نسب متماثلة من السيزيوم -137 .

وقد تم تحليل العينات المقدمة من السلام الأخضر في كل من جامعة بريمين ومكتب هامبورج البيئي في ألمانيا، وتظهر BNLF أن العينات المأخوذة من تشرنوبيل قد أخذت من المنطقة الواقعة جنوب المحطة إلاّ أن اتجاه الريح قد دفع بالسحابة المشعة في اتجاه شمالي. كما تبين BNFL أن السلام الأخضر ليس بصدد مقارنة الأشياء بمثلها إذ «لا يتوقع أن توجد نسبة عالية من التلوث بالأمريسيوم بعد حادث مفاعل نووي» وفقاً لبيان من الـ BNFL . «إن النشاط الرئيسي لسيلافيلد هو إعادة المعالجة وإدارة النفايات ولذلك فإن النسب المرتفعة من الأمريسيوم متوقعة». وتشير BNFL أيضاً إلى أن الأراضي الطينية التي أخذ منها السلام الأخضر العينات تشتمل على تلوث قديم تم تكوينه خلال 40 عاماً وأن نسبة النفايات المشعة في البحر تقل مائة مرة حالياً عمّا كانت عليه في أوائل السبعينيات .

وقد ورد في البيان أنه «تمت مراقبة المستويات بدقة من قبل المشرّعين ومن قبل BNFL كما تتم دراسة التأثيرات الصحية على الأشخاص الأكثر تأثراً في المنطقة. «إن الجرعة القصوى التي تتعرض لها هذه المجموعة الحساسة من نفايات سيلافيلد لا تزيد إلاّ بنسبة ضئيلة عن الجرعة التي يتم التعرض لها بشكل طبيعي كنتيجة للسكن في تلك المنطقة» .

وقد أفاد ناطق رسمي لوكالة البيئة التي تقوم بمراقبة النفايات الناجمة عن سيلافيلد أن المستويات المذكورة من قبل السلام الأخضر لا تطرح أية مخاطر غير متوقعة وأن هذه النفايات ضمن حدود الأمان المسموح بها .

وقد أفادت الوكالة بأن الوصول إلى استنتاجات عبر مقارنة سيلافيلد وتشرنوبيل هو أمر غير واقعي. كما أن السلام الأخضر لم تبين على أي عمق تم أخذ هذه العينات حيث أن النشاط الإشعاعي قد يكون تاريخياً .

ترجمة : نسرين اليحيى الكوكي

** مترجمة عن مجلة "Nuclear Engineering International" عدد أكتوبر 1998 .

** * مترجمة عن مجلة "Nuclear Engineering International" عدد نوفمبر 1998 .

أخبار الهيئة

نشاط الإدارة العامة

1 - الإجتماع التاسع للجنة الفنية المعنية بإعداد مشروع معاهدة جعل الشرق الأوسط منطقة خالية من كافة أسلحة الدمار الشامل (القاهرة : 1ـ1999/2/2)

بناءً على دعوة الإدارة العامة للشؤون السياسية بالأمانة العامة لجامعة الدول العربية، حضر المدير العام للهيئة الأستاذ الدكتور محمود بركات الإجتماع التاسع للجنة الفنية المعنية بإعداد مشروع معاهدة جعل الشرق الأوسط منطقة خالية من كافة أسلحة الدمار الشامل في القاهرة للمدة 1ـ1999/2/2 .

وقد تناولت أعمال اللجنة المواضيع التالية :

1 ـ الإطلاع على ملاحظات كل من الإدارة القانونية بالأمانة العامة لجامعة الدول العربية والدكتور نبيل معماري رئيس اللجنة والأستاذ الدكتور محمود بركات المدير العام للهيئة حول النص المقترح لمعاهدة جعل الشرق الأوسط منطقة خالية من كافة أسلحة الدمار الشامل .

2 ـ وضع خطة لإدراج «قرار الشرق الأوسط» في التقرير النهائي للدورة الثالثة للجنة التحضيرية لمؤتمر الأطراف المقرر عقدها في نيويورك خلال شهر أبريل 1999 .

3 ـ الإطلاع على قرار تطبيق ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية في الشرق الأوسط الصادر عن المؤتمر العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية في دورة انعقاده رقم 42 للمدة 21ـ1998/9/25 .

وقد أوصت اللجنة بالنسبة للموضوع الأول بعرض النص المعدّل على لجنة ثلاثية تشارك فيها الإدارة القانونية بالأمانة العامة لبيان البنود الجديدة التي أدخلها أ. د. محمود بركات وإعادة العرض في الإجتماع القادم على أن يتم ذلك في اجتماع خاص يسبق موعد الإجتماع القادم في شهر يونيو أو يوليو 1999 .

وبالنسبة للموضوعين الآخرين تم الإتفاق على إحالتهما للجنة متابعة النشاط النووي الإسرائيلي للإختصاص.

2 - اجتماع لجنة متابعة النشاط النووي الإسرائيلي المخالف لمعاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية (القاهرة: 3ـ1999/2/4)

بناءً على دعوة الإدارة العامة للشؤون السياسية بالأمانة العامة لجامعة الدول العربية حضر المدير العام للهيئة الأستاذ الدكتور محمود بركات اجتماع لجنة متابعة النشاط النووي الإسرائيلي المخالف لمعاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية الذي عقد في القاهرة للمدة 3ـ1999/2/4 .

وقد شارك في الإجتماع وفود من الأردن والإمارات العربية المتحدة والجزائر والسعودية والسودان وسورية والعراق وفلسطين والكويت ولبنان وليبيا ومصر واليمن بالإضافة إلى الهيئة العربية للطاقة الذرية والأمانة العامة لجامعة الدول العربية .

وقد تضمن جدول أعمال الإجتماع النقاط التالية :

1 ـ الإطلاع على ما تمّ بشأن تنفيذ توصيات اللجنة الصادرة عن اجتماعها السابق .

2 ـ الإطلاع على الجهود المبذولة مع المراجع العربية المعنية بمتابعة النشاط الفضائي الصهيوني ومخاطره على الأمن القومي العربي .

3 ـ النظر في التقارير المقدمة من السعودية والأردن والهيئة العربية للطاقة الذرية .

ومن أهم المواضيع التي ناقشتها اللجنة موضوع العلوم الحديثة بصفة عامة والعلوم النووية بصفة خاصة، حيث أبلغ المجتمعون بدعوة الهيئة للجنة متخصصة مشتركة من الأساتذة الجامعيين من مختلف الكليات ومن الأساتذة بهيئات الطاقة الذرية للقيام بإجراء دراسة للمناهج المتاحة حالياً في العلوم النووية بالكليات الجامعية المختلفة ليتقدموا بالمقترحات اللازمة لتطوير تدريس العلوم النووية وتقاناتها في مختلف الكليات بالجامعات العربية، تمهيداً لعرض التقرير بعد ذلك على مؤتمر وزراء التعليم العالي العربي المقرر عقده في الرياض للمدة 17ـ1999/4/21 لإقراره .

3 - اجتماع المجلس الإقتصادي والإجتماعي العربي (القاهرة : 8ـ1999/2/11)

بناءً على دعوة الإدارة العامة للشؤون الإقتصادية بالأمانة العامة لجامعة الدول العربية، حضر المدير العام للهيئة أ. د. محمود بركات اجتماع المجلس الإقتصادي والإجتماعي العربي في دورته الثالثة والستين في القاهرة للمدة 8 ـ 1999/2/11 على مستوى السادة الخبراء والمندوبين الدائمين .

وقد تضمن جدول أعمال الإجتماع المواضيع التالية :

البند الأول : محور أعمال الدورة 63 للمجلس الإقتصادي والإجتماعي «منطقة التجارة الحرة العربية الكبرى ـ العام الأول من التطبيق» .

البند الثاني : تقرير الأمين العام .

البند الثالث : تشريعات وسياسة المنافسة.

البند الرابع : العلاقات الإقتصادية العربية الصينية .

البند الخامس : تأكيد موعد ومكان عقد الدورة 64 للمجلس الإقتصادي والإجتماعي وتحديد موعد ومكان الدورة 65 للمجلس .

وبعد مناقشة مواضيع جدول الأعمال، أصدر المجلس التوصيات التالية:

1 ـ التأكيد على قرار مجلس الجامعة رقم 5809 بتاريخ 17/9/1998 وأهمية تطوير العلاقات العربية الصينية .

2 ـ الطلب إلى الدول العربية تزويد الأمانة العامة بالبيانات والمعلومات والمشروعات المرتبطة بعلاقاتها الإقتصادية مع جمهورية الصين الشعبية وتصورها حول كيفية تنمية وتطوير تلك العلاقة .

3 ـ تكليف الأمانة العامة (الإدارة العامة للشؤون الإقتصادية) بترتيب إعداد دراسة شاملة حول سبل تطوير العلاقات الإقتصادية العربية الصينية في القرن الحادي والعشرين بالتنسيق والتعاون مع المنظمات والمؤسسات والإتحادات العربية .

4 ـ تقوم الأمانة العامة بإعداد تقرير حول ترتيب وسير أعمال إعداد الدراسة، وبتقديمه إلى الدورة القادمة للمجلس .

ومن الجدير بالذكر أن الهيئة قد سبق لها أن وضعت مشروعاً للتعاون مع الصين في مجال إعداد القوى البشرية في موضوع هندسة المفاعلات وعمليات إزالة الملوحة، لذلك فإنه على الهيئة أن تقوم بإعادة عرض الموضوع لإمكانية ضمّه إلى الدراسة الشاملة التي ستقوم بها الأمانة العامة .

4 ـ ندوة الطاقة النووية والإستخدامات السلمية للقرن الواحد والعشرين (القاهرة : 2ـ4/3/1999)

بناءً على دعوة الأمانة العامة لجامعة الدول العربية والوكالة الدولية للطاقة الذرية حضر المدير العام للهيئة الأستاذ الدكتور محمود بركات ندوة «الطاقة النووية واستخداماتها السلمية في القرن الواحد والعشرين» للمدة 2ـ4/3/1999 . وقد ألقى المدير العام للهيئة محاضرة عن «دور الهيئة العربية للطاقة الذرية في مجال الإستخدام السلمي للطاقة الذرية» .

حضر الندوة أمين عام جامعة الدول العربية الدكتور أحمد عصمت عبد المجيد ووزير الكهرباء والطاقة في جمهورية مصر العربية المهندس محمد ماهر أباظة والمدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية الدكتور محمد البرادعي حيث ألقوا كلمات مستفيضة في هذه المناسبة الهامة .

وقد توالت أعمال الجلسات العلمية على الشكل التالي :

الجلسة الأولى : أساسيات الطاقة النووية والإشعاع

الجلسة الثانية : تطبيقات الطاقة النووية، تحديات واعتبارات .

الجلسة الثالثة : التعاون التقني في التطبيقات النووية في العالم العربي .

الجلسة الرابعة : منع انتشار الأسلحة النووية .

الجلسة الخامسة : إطار عمل عالمي من أجل السلامة النووية وإدارة النفايات المشعه .

الجلسة السادسة : الأنشطة الإعلامية.

وبعد تقديم الأوراق العلمية نظمت جلسة نقاش حول الطاقة النووية والجمهور أدارها مدير عام الهيئة العربية للطاقة الذرية الأستاذ الدكتور محمود بركات تلتها جلسة ختامية أدارها ممثل الوكالة الدولية للطاقة الذرية الدكتور دايڤيد كيد .

ولقد كانت الندوة جيدة من حيث الإعداد حيث حضر جميع المحاضرين سواءً من الوكالة أو من الجانب العربي وكان التنظيم متميزاً وتم التنفيذ في المواعيد المحددة للفعاليات المختلفة .

5 ـ اجتماع مجلس جامعة الدول العربية في دورة انعقاده الحادية عشرة بعد المائة(القاهرة : 17ـ18/3/1999)

بناءً على دعوة الإدارة العامة للشؤون السياسية بالأمانة العامة لجامعة الدول العربية قام مدير عام الهيئة الأستاذ الدكتور محمود بركات بحضور الإجتماع الحادي عشر بعد المائة لمجلس جامعة الدول العربية الذي عقد في القاهرة للمدة 17 ـ 18/3/1999 . افتُتح الإجتماع بكلمة الأمين العام لجامعة الدول العربية الذي تطرّق إلى المواضيع التالية :

أولاً : أزمة الخليج واستمرار تداعياتها.

ثانياً : محاولات إسرائيل المستمرة لإجهاض مسيرة السلام .

ثالثاً : الأزمة الليبية مع الدول الغربية واحتلال إيران للجزر الثلاث التابعة لدولة الإمارات .

رابعاً : تطوير العلاقات مع الصين .

ومن المواضيع التي ناقشها المجلس والتي تدخل في نطاق اهتمامات الهيئة، جعل الشرق الأوسط منطقة خالية من أسلحة الدمار الشامل وفي مقدمتها السلاح النووي والنشاط الفضائي الصهيوني ومخاطره على الأمن القومي العربي .

الإجتماعات العلمية

1 ـ اجتماع لجنة الخبراء المخصص لدراسة سبل تطوير تدريس العلوم النووية وتقاناتها في مرحلة الشهادة الجامعية الأولى (القاهرة : 24ـ1999/1/28)

تنفيذاً لقرار مجلس جامعة الدول العربية رقم 5593 بشأن حث الدول العربية على الإهتمام بالعلوم الحديثة بصفة عامة والعلوم النووية وتقاناتها بصفة خاصة، واقتناعاً من الإدارة العامة للهيئة بأهمية البدء بتطوير برامج التعليم الجامعي في الجامعات العربية في هذا الشأن، قامت الإدارة العامة بالطلب إلى الدول ترشيح خبراء في المجالات الجامعية العلمية من كليات العلوم والزراعة والطب والصيدلة والهندسة لتشكيل أربع لجان نوعية في مجالات الطب والصيدلة والزراعة والهندسة والعلوم مع مراعاة اختيار الخبراء في هذه اللجان حسب التوزيع الجغرافي. وبعد وصول الترشيحات من الدول قامت الهيئة بعقد اجتماع لجنة خبراء لدراسة سبل تطوير تدريس العلوم النووية وتقاناتها في مرحلة الشهادة الجامعية الأولى وذلك في القاهرة للمدة 24 ـ 28/1/1999 بحضور ممثلين عن مصر وتونس والأردن والسودان وسوريا وليبيا وممثل عن المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.

وقد تمت مناقشة الأفكار الأوّلية بشأن مكوّنات التقرير المطلوب، ثم تم توزيع الخبراء على أربع لجان نوعية هي:

1 ـ اللجنة النوعية للطب والصيدلة : شارك فيها كل من أ. د. الحبيب الصباح من تونس وأ. د. حسنة مصطفى من جمهورية مصر العربية و أ. د. مبارك علي مجذوب من السودان.

2 ـ اللجنة النوعية للعلوم والهندسة : شارك فيها أ. د. سليمان ناجي من مصر ود. الهادي بن كريم من تونس و أ. د. وجدي الرتيمي من ليبيا و أ. د. عبد الرحيم محمد الأمين من السودان.

3 ـ اللجنة النوعية للعلوم الزراعية: شارك فيها أ. د. نجم الدين شرابي من سوريا و أ. د. عبد القادر مرسي و أ. د. مجدي الخرباوي من مصر.

4 ـ اللجنة النوعية للعلوم الأساسية : شارك فيها أ. د. بسام معصراني من سوريا و أ. د. لطفي غديرة من تونس و أ. د. ياقوت العرش مصطفى مجاهد و أ. د. محمود موسى من مصر.

وفي نهاية اجتماعات اللجان النوعية أعدّت كل لجنة تقريراً نوعياً متكاملاً متضمناً مقترحات اللجنة في موضوع الإجتماع. وقد شارك ممثلو الهيئة وممثل الألكسو في الإجتماعات لأغراض ترشيد المناقشات وتوجيهها نحو الأهداف المرجوة.

وبعد مناقشة تقارير اللجان تم إصدار التوصيات وإعداد التقرير العام وتسليمه إلى المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم تمهيداً لضمّه إلى وثائق المؤتمر السابع لوزراء التعليم العالي والبحث العلمي المقرر عقده في الرياض للمدة 17 ـ 21/4/1999.

2 ـ الإجتماع الثاني للجنة الرئيسية العربية لإزالة الملوحة بالأساليب النووية (القاهرة : 21ـ1999/3/25)

في إطار استمرار العمل في مشروع الهيئة لإزالة ملوحة المياه بالأساليب النووية نظمت الهيئة الإجتماع الأول للجنة الرئيسية لإزالة الملوحة بالأساليب النووية في القاهرة للمدة 21ـ25/3/1999 بحضور رئيس هيئة الطاقة الذرية المصرية وممثل الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومدير عام الهيئة العربية للطاقة الذرية وممثلون عن كلٍ من مصر وليبيا وتونس ولبنان والأردن وسوريا والسعودية والمغرب والعراق وروسيا الإتحادية.

وقد استهدف الاجتماع تحديد ووضع الخطوات الأولية والأساليب الضرورية لتصميم محطة نموذجية لإزالة ملوحة مياه البحر بالأساليب النووية من خلال تكوين فرق عمل فنية (Technical groups) تكون أولى مهامها تحديد مواصفات موقع نموذجي من البيانات التي تجمعها الإدارة العامة من الدول، والمتعلقة بالمواقع المدروسة أو المؤهلة لديها والصالحة لإقامة محطة لإزالة ملوحة مياه البحر عليها.

وقد تم اقتراح تشكيل وتحديد مهام الفرق الفنية التالية :

1 ـ لجنة المواقع وتكنولوجيا المفاعل.

2 ـ لجنة السلامة والتراخيص.

3 ـ لجنة تقنيات التحلية ونظم المزاوجة.

4 ـ لجنة تقييم دراسات الجدوى الإقتصادية.

ولتحقيق أهداف المشروع فإن اللجنة الرئيسية طلبت من الإدارة العامة ما يلي :

ـ أن تطلب الهيئة من الدول العربية ترشيح خبراء للمشاركة في نشاطات اللجان الفنية.

ـ أن تطلب الهيئة من الدول العربية تقديم الدراسات المتاحة للمواقع المؤهلة لمحطة التحلية المقترحة من المواصفات اللازمة على أن تقوم الهيئة فيما بعد بتجميع هذه المعلومات وإرسالها إلى أعضاء اللجنة الرئيسية لمتابعة الأمر كلٍ في دولته.

وقد تضمّن الاجتماع استعراض أنشطة الوكالة الدولية للطاقة الذرية في مجال إزالة ملوحة مياه البحر بالأساليب النووية لمنطقة شمال إفريقيا NAC والأنشطة التي تخطط لإقامتها.

ومن المتوقع في الاجتماع الثاني للجنة الرئيسية لإزالة الملوحة المقترح عقده في شهر أبريل / نيسان من عام 2000 أن تقدم اللجان الفنية تقارير الدراسات التي أعدتها إلى اللجنة الرئيسية لغرض المراجعة والتقييم.

اعداد : بسمة شباني

قائمة مطبوعات الهيئة العربية للطاقة الذريـة

الرقم	عنـوان الـكتـاب	عدد الصفحات	اسم المؤلف	لغة الكتابة	تاريخ الصدور	السعر بالدولار الأمريكي	
						للمؤسسات	للأفراد
1	وقائع المؤتمر العربي الأول للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية	780	مجموعة مؤلفين	عربية	1993	30	20
2	استخدام الاشعاع والنظائر المشعة في الزراعة وعلوم الاحياء	531	مجموعة مؤلفين	عربية	1993	25	15
3	فيزياء وتقانة المفاعلات	728	مجموعة مؤلفين	عربية	1993	30	20
4	استخدام الحاسوب في الفيزياء النظرية	197	مجموعة مؤلفين	عربية	1993	15	10
5	الطب النووي تشخيصاً وعلاجاً	289	مجموعة مؤلفين	إنجليزية	1994	15	10
6	طرق اعداد تقريري الأمان النووي الأولي والنهائي لمفاعلات البحوث	مجلدان	مجموعة مؤلفين	إنجليزية	1994	50	25
7	تداول ومعالجة النفايات المشعة	مجلدان	مجموعة مؤلفين	إنجليزية	1994	55	30
8	استخدام التقنيات النووية في تحليل المواد	420	مجموعة مؤلفين	إنجليزية	1994	20	15
9	مصادر الطاقة في الوطن العربي والعالم الواقع والآفاق المستقبلية	180	د. نواف الرومي	عربية	1994	15	10
10	الرادون والتلوث البيئي الاشعاعي	218	مجموعة مؤلفين	عربية	1994	20	15
11	إعداد برامج الرقابة البيئية	618	مجموعة مؤلفين	عربية	1995	30	20
12	الإستعداد الطبى للحوادث الإشعاعية والنووية	652	مجموعة مؤلفين	عربية	1995	30	20
13	تعقيم وحفظ المواد الغذائية بالإشعاع	237	مجموعة مؤلفين	عربية	1995	15	10
14	إنتاج النظائر المشعة واستخداماتها الطبية	828	مجموعة مؤلفين	عربية	1995	50	25
15	استخدام أجهزة الكشف عن الإشعاعات المؤينة ومعايرتها	435	مجموعة مؤلفين	عربية	1995	20	15
16	استخدام المصادر المشعة في الصناعة	387	مجموعة مؤلفين	عربية	1995	20	15
17	أجهزة القياس والإلكترونيات النووية	469	مجموعة مؤلفين	عربية	1996	30	20
18	استخدام التقنيات النووية في تحسين الإنتاج النباتي	687	مجموعة مؤلفين	عربية	1996	50	25
19	وقائع المؤتمر العربي الثاني للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	3 أجزاء	مجموعة مؤلفين	عربية	1996	70	30
20	النقل الآمن للمواد ذات النشاط الإشعاعي	374	مجموعة مؤلفين	عربية	1996	20	15
21	تكنولوجيا الإشعاع في الأغذية والزراعة	599	د. محمود شرباش	عربية	1996	30	20
22	الهيئة في أربعة أعوام 1993 ـــ 1996	مجلدان	الهيئة العربية	عربية	1997	30	20
23	دورة الوقود النووي من الخام حتى الركاز الأصفر	635	مجموعة مؤلفين	عربية	1997	40	25
24	معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الإشعاعات المؤينة	349	الوكالة الدولية	عربية	1997		
25	الخامات الذرية في الوطن العربي	386	مجموعة مؤلفين	عربية	1997	30	20
26	تصميم وإنشاء مرافق حفظ النفايات المشعة	328	مجموعة مؤلفين	عربية	1998	20	15
27	الإشعاعات المؤينة وحفظ الغذاء من الحشرات	143	أ.د. محمد سعيد هاشم	عربية	1998	15	10
28	وقائع المؤتمر العربي الثالث للإستخدامات السلمية للطاقة الذرية	3 أجزاء	مجموعة مؤلفين	عربية	1998	70	30
29	نظام الضـمانات الدولي وأسلوب تطبيقه علـى المسـتويين القطري والإقليمي	392	مجموعة مؤلفين	عربية	1998	30	20

للحصول على المطبوعات المذكورة يرجى مخاطبة الهيئة العربية للطاقة الذرية على العنوان أدناه وارفاق شيك باسم الهيئة بالمبلغ المطلوب يضاف إليه قيمة البريد الجوي دولاران ونصف عن كل نسخة. أو إرســال تحويل إلى حساب الهيئة لدى الشركة التونسية للبنك :
رقم 840 ـ 3/ 4173 ـ 90 ـ 100 تونس على أن يتم إخطار الهيئة بصورة من مستندات التحويل .

عنوان المراسلة : الهيئة العربية للطاقة الذرية ص.ب. 402 المنزه 1004 ـ تونس
الجمهورية التونسية ـ هــاتف : 709.464 ـ 709.483 ـ فاكس : 711.330

إلى العلماء والإختصاصيين والفنيين العرب

يمكنك أن تساهم في تحرير نشرة الذرة والتنمية
بل يمكنك أن تصبح أحد أعضاء اللجنة الإستشارية للنشرة
ندعوك للتقدم بمقالات علمية مبسطة مؤلفة أو مترجمة في مجالات الإستخدامات السلمية للطاقة الذرية حسب القواعد التالية :

1 ـ تقدم المقالات المؤلفة بحيث تكون موجهة لزيادة تعريف أبناء الوطن العربي بأساسيات العلوم والتقنيات النووية واستخداماتها في مختلف المجالات التطبيقية وأهميتها في التقدم الإقتصادي والإجتماعي .

2 ـ يجب أن تكون المقالات مطبوعة باللغة العربية الفصحى وتكون المصطلحات العلمية المتضمنة مطابقة لما ورد في المعاجم الموحدة لمصطلحات الفيزياء العامة والنووية والكيمياء والبيولوجيا الصادرة عن مكتب تنسيق التعريب بالمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم .

3 ـ مراعاة تجنب الإستنتاجات الرياضية المعقدة أو التفاصيل العملية الدقيقة التي تفوق مستوى القارىء غير المتخصص باعتباره القارىء المفضل لنشرة الذرة والتنمية .

4 ـ يجب أن تكون الموضوعات المطروحة ملائمة لأغراض النشرة ومتوافقة مع سياسة النشر بها ولم تسبق معالجتها بشكل مشابه في الأعداد السابقة .

5 ـ يشترط في المقالات المترجمة أن تكون مرفقة بالأصل الذي ترجمت منه في مجالات العلوم النووية ، علماً بأنه عند نشر المقالات المترجمة في نشرتنا يشار إلى إسم صاحب المؤلف الأصلي بالإضافة إلى ذكر اسم المجلة المنشور فيها سابقاً مع تحديد العدد وتاريخ النشر .

6 ـ يمكن للسادة المؤلفين إرسال استفساراتهم بشأن الموضوعات التي يرغبون في تقديمها للنشرة وعناصرها للحصول على رأي لجنة التحرير قبل إرسالها للنشر . أما بالنسبة للمقالات المترجمة فإن الموافقة المبدئية من لجنة التحرير أساسية قبل الشروع في الترجمة .

وتقوم الهيئة بدفع مكافآت رمزية لأصحاب المقالات المؤلفة تتراوح بين 70 و 150 دولارا أمريكيا للمقال الواحد المؤلف من 4 ـ 8 صفحات من صفحات الذرة والتنمية ، حسب طول المقال ، وقيمته العلمية ، أما بالنسبة للمقالات المترجمة فتدفع الهيئة للمترجمين العرب مبلغ 15 دولارا أمريكياً عن الصفحة الواحدة من صفحات الذرة والتنمية .

ISSN : 0330-7123



د. فتحي عبد الحي

اشراقـــة العلـــم